



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA – LICENCIATURA

MARIA NATÁLIA DA SILVA

**PROPOSTA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO ORGANIZADA A
PARTIR DOS PRECEITOS DA CULTURA MAKER VOLTADA AO
ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

Caruaru

2022

MARIA NATÁLIA DA SILVA

**PROPOSTA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO ORGANIZADA A
PARTIR DOS PRECEITOS DA CULTURA MAKER VOLTADA AO
ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Profº. Dr. José Ayron Lira dos Anjos

Caruaru

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Maria Natália da .

Proposta de Aprendizagem Baseada em Projeto organizada a partir dos preceitos da Cultura Maker voltada ao entendimento de conceitos da Termodinâmica / Maria Natália da Silva. - Caruaru, 2022.

66 p. : il.

Orientador(a): José Ayron Lira dos Anjos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Cultura Maker. 2. Termodinâmica. 3. projeto de ensino. 4. energia solar. I. Anjos, José Ayron Lira dos. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

MARIA NATÁLIA DA SILVA

**PROPOSTA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO ORGANIZADA A
PARTIR DOS PRECEITOS DA CULTURA MAKER VOLTADA AO
ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Colegiado de Química Licenciatura do
Centro Acadêmico do Agreste da Universidade
Federal de Pernambuco como requisito parcial
para a obtenção do título de Licenciado em
Química.

Aprovada em: 22/04/2022.

BANCA EXAMINADORA:

Profº. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Drª. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Examinador interna)
Universidade Federal de Pernambuco

A todos os educandos que um dia permitirem serem transformados pela educação, a qual dedicarei a minha vida. Aos professores que fizeram parte dessa trajetória, em especial a José Ayron, meu orientador e inspirador.

AGRADECIMENTOS

A cada momento difícil que me proporcionou um âmbito rico em aprendizagem e resiliência. À minha esposa, Letícia Martins, por ter sido o alicerce nessa caminhada e por acreditar no meu potencial em todas as circunstâncias. Aos meus animais/filhos, Lewis e Alfred, por trazerem calma, alegria e amor nos momentos de estudos. À todas as pessoas incríveis que tive o prazer de estar em suas vidas nesse período, em especial, o meu amigo Wellington Silva, que contribuiu significativamente para meu crescimento profissional e humano.

À CAPES (coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por me oportunizar participar de dois importantes projetos de ensino, o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) e o RP (Residência Pedagógica), os quais contribuíram para uma efetiva relação entre teoria-prática no âmbito da formação docente. À preceptora do projeto RP, Andrielle Silva, que acreditou na minha proposta e permitiu a aplicação do projeto de ensino tratado nesse trabalho. Aos estudantes que participaram dessa pesquisa, de forma comprometida e excepcional. A Deus, por estar onipresente na minha vida e por ser a luz que me guia.

O melhor educador não é o que controla, mas o que liberta. [...]. Não é o que corrige comportamentos, mas o que ensina a refletir. [...]. Não é o que desiste facilmente, mas o que estimula sempre a começar de novo. [...]. Não é o viciado em ensinar, mas o mais ávido em aprender. Não é o que declara seus acertos, mas o que reconhece suas próprias falhas. Não é o que deposita informações na memória, mas o que expande a maneira de ver, de reagir e de ser.
(CURY, 2007, p. 7).

RESUMO

Partindo dos desafios enfrentados pelos estudantes e professores no ensino de Química no Brasil, especificamente, o ensino dos conceitos básicos da Termodinâmica, esse trabalho, de natureza qualitativa, objetivou compreender como o desenvolvimento do projeto de ensino, ancorado nos preceitos da Cultura Maker, pode favorecer o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica em estudantes do 3º Ano do Ensino Médio, de uma escola Estadual do município de Bezerros, Pernambuco. Para tal, utilizou-se o aporte teórico de duas metodologias ativas, a Cultura Maker e a Aprendizagem Baseado em Projeto no planejamento e construção desse projeto de ensino. A metodologia consistiu em aplicar o projeto em um contexto real de sala de aula, no qual utilizou-se a observação, a produção do protótipo de forno solar, o diário de bordo e o artefato final, a fim de coletar dados. Para tanto, usou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) e definiu-se três parâmetros, alinhados aos objetivos específicos. O primeiro parâmetro, foi analisar o entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos da Termodinâmica, que resultou na observação de que os estudantes perpassaram a barreira de definir e foram além disso. Isto é, mobilizaram os conceitos na prática, por meio da materialização da produção do protótipo de forno solar. O segundo parâmetro, que foi investigar a mobilização de habilidades como autonomia, cooperação e criatividade, observou-se o desenvolvimento da autonomia na tomada de decisões perante as fontes consultadas, os materiais utilizados nos protótipos e nas anotações dos diários de bordo. No caso da cooperação foi possível observar, nas discussões e avaliações coletadas no desenvolvimento de todas as etapas do projeto e por fim, a criatividade que foi demonstrada na diversificação de modelos e funcionalidades dos protótipos. E o último parâmetro, que foi investigar se houve contribuição da Cultura Maker para o formato de Aprendizagem Baseado em Projeto, percebeu-se que as contribuições foram as seguintes: facilidade comunicativa, diversidade de ferramentas e capacidade inventiva. Em suma, constatou-se que a maioria dos estudantes conseguiram compreender os conceitos básicos de Termodinâmica. Além disso, com a aplicação do projeto, os estudantes desenvolveram habilidades importantes para discentes do século XXI. Desse modo, defende-se que a Cultura Maker se demonstrou modernizar o método de aplicação da Aprendizagem Baseada em Projeto, devido a utilização da tecnologia atual e a demanda inventiva para desenvolver conhecimento acerca da temática energia solar.

Palavras-chave: Cultura Maker; Termodinâmica; projeto de ensino; energia solar.

ABSTRACT

Starting from the challenges faced by students and teachers in the teaching of chemistry in Brazil, specifically, the teaching of basic concepts of thermodynamics, this work, qualitative in nature, aimed to understand how the development of the teaching project, anchored in the precepts of Maker Culture, can promote the understanding of basic concepts of thermodynamics in 3rd year high school students, a state school in the municipality of Bezerros, Pernambuco. To this end, it was used the theoretical contribution of two active methodologies, Maker Culture and Project-Based Learning in the planning and construction of this teaching project. The methodology consisted of applying the project in a real classroom context, in which observation, the production of the solar oven prototype, the logbook and the final artifact were used to collect data. To this end, Bardin's Content Analysis (2016) was used and three parameters were defined, aligned to the specific objectives. The first parameter, was to analyse the students' understanding of the basic concepts of Thermodynamics, which resulted in the observation that students went beyond the barrier of definition. That is, they mobilized the concepts in practice, through the materialization of the production of the solar oven prototype. The second parameter, which was to investigate the mobilization of skills such as autonomy, cooperation and creativity, the development of autonomy in decision-making was observed in view of the sources consulted, the materials used in the prototypes and in the logbook annotations. In the case of cooperation, it was possible to observe in the discussions and assessments collected during the development of all stages of the project and, finally, the creativity that was demonstrated in the diversification of models and functionalities of the prototypes. And the last parameter, which was to investigate if there was a Maker Culture contribution to the Project Based Learning format, it was noticed that the contributions were the following: communicative ease, diversity of tools and inventive capacity. In short, it was found that most students were able to understand the basic concepts of Thermodynamics. Moreover, with the application of the project, students developed important skills for students of the 21st century. Thus, it is argued that the Maker Culture has proven to modernize the method of application of Project Based Learning, due to the use of current technology and the inventive demand to develop knowledge about the theme solar energy.

Keywords: Maker Culture; Thermodynamics; teaching project; solar energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Etapas e suas informações relevantes.....	31
Quadro 2 –	Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “D”	37
Quadro 3 –	Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “F”	37
Quadro 4 –	Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “H”	38
Quadro 5 –	Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “Q”	38
Figura 1 –	Protótipo do forno solar da equipe verde.....	41
Quadro 6 –	Equipes e seus respectivos protótipos de forno solar.....	44
Figura 2 –	Esboço do protótipo do forno solar da equipe amarela.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CM	Cultura Maker
ABP	Aprendizagem Baseada em Projeto
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
RP	Residência Pedagógica

LISTA DE SÍMBOLOS

ΔH	Variación de Entalpia
H	Entalpia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REFERENCIAL DE TEÓRICO.....	17
3.1	UM OLHAR ACERCA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO (ABP).....	17
3.2	CULTURA MAKER (CM) NA EDUCAÇÃO.....	20
3.3	CONCEITOS ESSENCIAIS DA TERMODINÂMICA ABORDADO NO ENSINO MÉDIO.....	23
3.4	O ENSINO E AS DIFICULDADES PARA ABORDAR A TERMODINÂMICA.....	25
3.5	A ENERGIA SOLAR COMO TEMA NA ABORDAGEM DA TERMODINÂMICA.....	27
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	29
4.2	CAMPO E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	30
4.3	COLETA DE DADOS.....	32
4.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	O ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES ACERCA DOS CONCEITOS BÁSICOS DA TERMODINÂMICA.....	35
5.1.1	(Re)definindo conceito.....	36
5.1.2	Mobilizando o conceito na reflexão teoria-prática.....	40
5.1.3	Analisando a materialização da compreensão do conceito no projeto.....	40
5.2	A MOBILIZAÇÃO DE HABILIDADES DOS ESTUDANTES.....	42
5.3	A CULTURA MAKER COMO DIFERENCIAL PARA A APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52

APÊNDICE A – PROJETO DE ENSINO.....	57
APÊNDICE B – MODELO DE TRABALHO ESCRITO DISPONIBILIZADO PARA OS ESTUDANTES.....	59
APÊNDICE C – ROTEIRO DO VÍDEO.....	60
APÊNDICE D – RECURSO AUDIOVISUAL.....	63
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DESTINADOS AOS PARTICIPANTES MAIORES DE 18 ANOS)	64
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DESTINADOS AOS PARTICIPANTES MENORES DE 18 ANOS)	66

1. INTRODUÇÃO

São marcantes os desafios enfrentados tanto pelo aluno, quanto pelo professor, quando se analisa o ensino de Química no Brasil (SANTOS; PORTO, 2013). Isso se torna ainda mais aparente, quando o conteúdo abordado envolve conceitos abstratos, como energia, calor, dentre outros que são utilizados no cotidiano dos estudantes como simples termos apropriados pelo senso comum, sem, contudo, propiciar nenhuma reflexão. Conceitos trabalhados em Termodinâmica frequentemente são objetos dessas descaracterizações.

Esses obstáculos são agravados quando se faz uso exclusivo da prática de ensino pautada na mera transmissão-recepção-reprodução de conteúdo. Sobre isso, Libâneo (2006, p. 64) avalia que: “a matéria de ensino é tratada isoladamente, isto é, desvinculada dos interesses dos alunos e dos problemas reais da sociedade e da vida”. Desse modo, a proposta conduzida nesse trabalho objetiva amenizar esses empecilhos, para assim, favorecer a mobilização dos conceitos da Termodinâmica em cenários de aplicação prática. Isto é, não basta saber somente definir os conceitos da Termodinâmica, se faz necessário estimular sua utilização em contextos reais da vida dos estudantes.

Afinal, se tratando de um conteúdo imbuído de um forte caráter fenomenológico destaca-se a urgência do diálogo entre o conhecimento escolar e o cotidiano, como é o caso de conceitos da Termodinâmica, que gera possibilidades ao avanço da tecnologia ao longo da história desde o século XIX. Almeida (2003), pontua que a Termodinâmica estuda diferentes formas de energia, tanto no aspecto qualitativo, quanto quantitativo, sendo um campo da ciência que se preocupa em entender as transferências de energia, na forma de calor e trabalho, além de relacioná-la com as propriedades dos sistemas em equilíbrio.

Diante desta concepção, percebe-se um vasto campo de estudo, subdividindo-se em outras áreas de conhecimento, como é o caso da Termoquímica, mais trabalhada nas disciplinas de Química no Ensino Médio. Alternativamente a esse cenário metodologias tais como a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) pode ajudar a dirimir essa deficiência e superar a dicotomização entre conceito e prática, entre o pensar e o fazer, potencializando assim a compreensão dos conteúdos.

Tal abordagem é concernente a natureza do ser humano que em sua essência e existência, tem a capacidade de realizar projetos, para assim, conseguir construir, inovar e sobreviver, traçando metas e objetivos (TOYOHARA *et al.*, 2010). Dessa maneira, a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) é definida por Carvalho; Freitas e Callegario (2018)

como sendo uma metodologia ativa, que centraliza o protagonismo do processo de ensino-aprendizagem no aluno, além de possibilitar uma cooperação, uma capacidade de solucionar problemas e trabalhar de forma interdisciplinar.

Outra abordagem que remete o estudante a centralidade do processo de aprendizagem e que, mais recentemente, tem recebido atenção é o movimento Maker. Este movimento, de acordo com Mannrich (2019), está relacionado a concepção de construir, fazer, criar, inovar, além disso, considera que este movimento seria uma ampliação da cultura “*Do It Yourself*”-D.I.Y (Faça você mesmo).

Diante do discutido compreende-se que o desenvolvimento de um projeto organizado na forma de ABP, ancorado na perspectiva da Cultura Maker (CM), pode favorecer o entendimento de conceitos de Termodinâmica. Nesta perspectiva, emergiu o seguinte questionamento: como uma Aprendizagem Baseada em Projeto, abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da CM, pode contribuir para o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica com alunos do 3º ano do Ensino Médio?

A partir disso, foi desenvolvido e aplicado o projeto intitulado “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”, no âmbito do ensino híbrido¹ que propôs uma discussão acerca das possíveis habilidades desenvolvidas pelos participantes no decorrer da execução do projeto. Além disso, foi proposto também a ideia de modernizar e trazer vantagens ao utilizar a CM na ABP, para o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica.

¹O ensino híbrido foi implementado em vista do contexto pandêmico iniciado em 2019, causada pela Covid-19. Basicamente, este ensino aliou atividades no formato presencial e virtual para atender as demandas educacionais no momento de crise sanitária.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar como o desenvolvimento de um projeto de ensino, ancorado na perspectiva da Cultura Maker (CM), pode favorecer o entendimento de conceitos de Termodinâmica, atrelando a contextualização da temática energia solar no cotidiano de alunos do Ensino Médio.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar se os alunos compreenderam os conceitos básicos de Termodinâmica;

Investigar se os estudantes desenvolveram habilidades geralmente associadas ao uso da ABP, como, autonomia, criatividade e cooperação;

Verificar se houve contribuições da perspectiva da CM na abordagem organizada no formato de uma ABP no quesito da ação prática do estudante.

3. REFERENCIAL DE TEÓRICO

3.1. UM OLHAR ACERCA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO (ABP)

Partindo da definição apresentada no dicionário, projeto, advém do Latim *projectu* que significa lançar para frente, planejar algo, dessa maneira, pode-se introduzir, de forma simples, esta aprendizagem norteada por projetos (FERREIRA, 2001). Corroborando com a ideia expressa nesta definição, Toyohara *et al.* (2010, p. 3) afirma que “na prática, elaborar um projeto ou projetar é o mesmo que elaborar um plano para realizar uma determinada ideia”. Desse modo, entende-se o sentido do projeto de forma geral, todavia, quando se relaciona esse termo com a educação torna-se algo mais complexo.

Por exemplo, pode-se dizer que compreender as particularidades de uma Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) é algo complexo e requer reflexões mais aprofundadas pois existem diversos entendimentos divergentes no que se refere a estrutura e a dinâmica exigida. Ou seja, ainda não se tem uma definição considerada universal para esta abordagem, como menciona os autores Thomas (2000) e Pasqualetto, Veit e Araujo (2017). Baseado nisto, pode-se supor que exista uma dificuldade maior em compreender os elementos essenciais de uma ABP, podendo gerar confusões ao se propor sua aplicação no contexto escolar. Para tentar evitar isto, deve-se compreender sua origem, algumas concepções e os seus subsídios essenciais.

De acordo com Pasqualetto, Veit e Araujo (2017), atribui-se a origem da abordagem de projetos na educação ao ensino por investigação, que tem como base o filósofo e pedagogo John Dewey. Na sua obra “*The School and Society*” (1899), ele se aprofunda nas questões relacionadas a escola e sociedade, além de enfatizar a contribuição que o ensino por investigação proporciona ao processo de ensino-aprendizagem da criança, como mencionado neste trecho, “o que quero salientar é que existe uma abundância nas oportunidades no estudo de situações reais por investigação, pois, resulta em ganho de informação” (DEWEY, 1899, p. 46, tradução nossa).

Diante disso, pode-se afirmar que seria uma forma de contrapor o ensino tradicional, a partir de uma abordagem investigativa. Corroborando com isso, segundo Pasqualetto, Veit e Araujo (2017), considerado por vários estudiosos, como o pai da pedagogia baseada em projeto, foi William Heard Kilpatrick (1871- 1965), discípulo de Dewey. Assim, Kilpatrick, embasado pelas ideias de Dewey, reformulou o método de projetos e conseguiu divulgá-lo a partir do século XX.

Em síntese, diversos teóricos da educação se debruçaram nestas ideias, acrescentando informações, gerando novas concepções, reformulando outras, ou seja, investigando as possíveis contribuições e falhas da aplicação de uma ABP no contexto educacional. Para tentar entender acerca das concepções da ABP, serão citadas algumas delas, as quais irão nortear o desenvolvimento deste trabalho. Antes de adentrar nestas concepções é importante salientar que, esta metodologia seria ativa, de acordo com os autores Bender (2014), Cipolla (2016), Carvalho, Freitas e Callegario (2018), Rodrigues (2020), e porque, centraliza o processo de ensino-aprendizagem no estudante, atribuindo-lhe responsabilidade neste processo, além de proporcionar uma reflexão crítica de contextos reais vivenciados por eles.

Dessa maneira, para Bender (2014), a ABP está relacionada com o uso de projetos autênticos e realistas, no quais podem ser questões, tarefas ou situações que proporcionem aos estudantes uma motivação e engajamento, através de um trabalho colaborativo para solucionar determinada demanda. Afinal, “por que não estabelecer uma necessária ‘intimidade’ entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduo?” (FREIRE, 1996, p. 15), ou seja, o autor indaga sobre a necessidade de fazer este paralelo entre os conhecimentos do currículo e o cotidiano do aluno. Em consonância, Rodrigues (2020, p. 68) afirma que:

Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia ativa que utiliza o conceito de criação e gestão de projetos para desenvolver a aprendizagem dos estudantes de forma ativa, participativa e colaborativa. Normalmente, todo projeto é desenvolvido em grupo. E sempre tem início, meio e fim, demandando cronograma e as fases de planejamento e execução do projeto.

Assim, verifica-se que esta aprendizagem proporciona aos estudantes o desenvolvimento de algumas habilidades como, cooperação e autonomia. No caso da cooperação, segundo Frantz (2001) pode ser entendida como o processo social, atrelada as relações humanas que busca conjuntamente encontrar respostas e soluções para o interesse comum. Dessa maneira, pode-se dizer que a cooperação é uma habilidade importante para a ABP, tendo em vista que geralmente são feitas em grupo e com uma questão motriz comum.

No caso da autonomia, pode-se dizer que essa habilidade proporciona aos estudantes uma participação mais ativa, ou seja, coloca-o na posição de protagonista do seu processo de aprendizagem. Como menciona Carvalho, Freitas e Callegario (2018, p. 2), o “[...] aluno é colocado como protagonista do processo de aprendizagem e ele aprende ao produzir, fazer questionamentos, pesquisar, realizar novas buscas que irão promover novas descobertas e reconstruções do seu conhecimento”.

Isto é, mostra-se coerente com a concepção de autonomia, à luz de Freire (1996), quando se diz que essa habilidade é processual, ou seja, advém das inúmeras decisões ao longo da vida. Para perceber essa habilidade na ABP e no âmbito educacional de modo geral, precisa-se ficar atento as tomadas de decisões na perspectiva do desenvolvimento do conhecimento individual, a partir das intervenções pedagógicas propostas (GOTTARDI, 2015).

Outro aspecto importante, é que para trabalhar com ABP, necessita-se de um planejamento dotado de cronograma, etapas e execução do projeto, isto é, o professor será um mediador. Afinal, ele irá permitir que os estudantes participem ativamente do projeto, no entanto, tem alguns elementos que o mesmo precisará deixar estruturado para que seja possível desenvolver de forma coerente com a proposta.

Esta ideia é enfatizada por Thomas (2000), quando afirma que o aluno tem uma autonomia significativa, ou seja, ele terá a mediação do professor, para assim, estarem mais livres de supervisão e munidos de responsabilidade, quando comparamos com o ensino tradicional ou projetos tradicionais. Mas afinal, quais são os elementos essenciais quando se menciona a ABP? Como foi citado, não existe um modelo universal, logo, há controvérsias em relação a estes elementos, no entanto, para a finalidade deste trabalho, serão considerados cinco critérios sugeridos por Thomas (2000) e abordados também por Bender (2014) de forma mais abrangente, que são: “[...] centralidade, questão motriz, investigações construtivas, autonomia e realismo” (THOMAS, 2000, p. 3, tradução nossa).

O primeiro, está relacionado com a questão do projeto ser o caminho central para que os estudantes consigam aprender os conceitos propostos da disciplina, isto é, o aprendizado destes conceitos será via projeto e não o contrário. No segundo, a questão motriz, quando se trabalha com ABP, está relacionada a uma pergunta problematizadora, na qual mobiliza os alunos a investigar, aferir, tomar decisões acerca dos conceitos apontados para o projeto, conseqüentemente para a disciplina desejada. Como bem explanado por Thomas (2000, p. 3, tradução nossa) “os projetos ABP são focados em questões ou problemas que ‘levam’ os alunos a encontrar (e lutar com) os conceitos e princípios centrais de uma disciplina”.

Vale salientar que esta metodologia normalmente consegue perpassar de forma interdisciplinar, pois, aborda problemas reais, nos quais têm alta complexidade e envolve mais de um conhecimento. No caso do critério da investigação construtiva, a ABP necessita proporcionar a motivação e o engajamento dos estudantes e do professor, para assim, construir conhecimento e soluções para a situação proposta.

Deste modo, esta investigação sugere horizontalizar a relação professor-aluno, aluno-aluno, ou seja, todos precisam construir o conhecimento de forma colaborativa. Afinal, de acordo com Thomas (2000, p. 33, tradução nossa), “os alunos tomam uma decisão sobre o caminho a seguir. Se necessário, o professor reinterpreta o movimento dos alunos e, juntos, o professor e o aluno chegam a percepções mútuas, discutindo as implicações da mudança e fazendo sugestões”. A partir disso, permite-se que o estudante desenvolva sua autonomia, no entanto, o professor pode mediar em algumas situações necessárias, como no caso, dos estudantes estarem desviando da questão motriz.

Tomando como base os critérios acima, pode-se discutir acerca da compreensão da avaliação quando se aplica a ABP. Para Cipolla (2016, p. 574 apud BENDER, 2014):

A avaliação, conforme o autor, pode ser feita durante todas as fases e, ainda, propõe modelos de avaliação, como a participação de cada estudante, o comportamento individual e a interação do grupo, a qualidade da participação, a qualidade do trabalho final proposto e de sua apresentação final.

Dessa forma, percebe-se que a avaliação da ABP é compreendida como um conjunto de fatores, como participação dos estudantes, postura individual e coletiva, qualidade do artefato final e apresentação do projeto. Além disso, é evidenciado que esta avaliação pode ser desenvolvida de forma contínua e procedimental, através de todas as fases do projeto.

Assim, a avaliação deixa de ser entendida como elemento final do projeto, passando a ser parte integrada do todo. Como destacado por Álvarez Méndez (2002, p. 16) “a avaliação faz parte de um contínuo e, como tal, deve ser processual, contínua, integrada no currículo e, com ele, na aprendizagem”. Portanto, é importante destacar que este é um modelo de avaliação que será utilizado para avaliar os estudantes no desenvolvimento do projeto, por estar coerente com a proposta de ABP.

Nesta perspectiva de abordagem metodológica de ensino, a ABP, pretendeu-se tentar proporcionar aos estudantes o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica, levando em consideração a aplicação da CM como diferencial para alcançar esse propósito.

3.2. CULTURA MAKER NA EDUCAÇÃO

O ato de criar, aperfeiçoar e inovar está intimamente ligado ao desenvolvimento da humanidade. Visto que, os seres humanos criavam mais, no entanto, antes não existiam tantas empresas e indústrias para realizar este trabalho, ou seja, as coisas eram mais artesanais. Ao passar dos anos, entre 1990 e 2010, segundo Cordeiro, Guérios e Paz (2019) houve uma

revolução no meio midiático, no qual estimulou o movimento “faça você mesmo”, que se estendeu para se transformar no movimento Maker. A partir disso, os indivíduos foram incentivados a retornarem a sua essência artesanal, criativa e inovadora.

Através deste do incentivo e do acesso à internet, esse movimento continua conquistando espaço em diversas áreas de conhecimento. Afinal, de acordo com Dougherty (2016, apud RAABE; GOMES, 2018, p. 8), “[...] o movimento Maker sinaliza para uma transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores e não apenas consumidores.”, ou seja, abre-se um leque de possibilidade para que o cidadão participe de forma ativa e criativa no processo de produção, seja de um material físico ou digital.

Partindo disso, pode-se dizer que o movimento Maker, segundo os autores(as) Cordeiro, Guérios e Paz (2019), Mannrich (2019) e Raabe e Gomes (2018) é uma extensão do movimento “*Do It Yourself*” (Faça você mesmo) que está relacionado com a ideia de “crie você mesmo”, ou seja, construa, inove, coloque em prática seus conhecimentos adquiridos ao longo da sua vida, utilizando materiais sustentáveis e de baixo custo. Diante disso, pode-se aferir que este movimento desmistifica um pouco a ideia de que somente especialistas podem construir objetivos e fazer projetos.

Nesta perspectiva, o movimento Maker vem conquistando espaço em diversas áreas e lugares. E no caso da educação, inicialmente foi implementado no *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, quando foi criado em 2001 o *Center for Bits and Atoms* (Centro de bits e átomos), coordenado por Neil Gershenfeld. De acordo com Raabe e Gomes (2018), este centro foi criado para promover a relação entre as ciências da computação.

Posteriormente, Neil Gershenfeld ofertou uma disciplina em 2002 denominada de “*how to make almost anything*” (como fabricar quase qualquer coisa), que contribuiu para a implementação no Instituto de Tecnologia de Massachusets do laboratório de fabricação digital. Partindo disso, assim como em outros países, no Brasil existem também professores utilizando a CM para o ensino, através, por exemplo, da implementação dos *Fab labs* (laboratório de fabricação pode ser digital ou físico) e dos *makerspace* (espaços destinados a criação).

Para compreender melhor a relação entre a CM e a educação, pode-se tomar como referência a frase dita por Raabe e Gomes (2018, p. 8), na qual enfatiza que “[...] o movimento Maker na Educação possibilita que os estudantes pensem como inventores ao invés de serem ensinados sobre as invenções.”. Ou seja, esta é uma proposta de tornar o aluno agente do seu aprendizado, deixando-o criar e não somente compreender as criações dos outros. Esta proposta

está intimamente ligada as metodologias ativas, como no caso da ABP, afinal, tem o aluno como centro do processo de ensino-aprendizagem.

Corroborando com a mesma ideia, Cordeiro, Guérios e Paz (2019, p. 45), afirmam que a CM “[...] está relacionada a aprendizagem participativa e autônoma do estudante”. Para desenvolver esta aprendizagem ela propõe a realização e criação de objetos ou projetos que desenvolvam habilidades e competências para uma formação integral do aluno do século XXI. Afinal, a “[...] criatividade e inovação, comunicação e colaboração têm sido competências importantes para a formação dos cidadãos deste século, e o movimento Maker vem ao encontro dessas habilidades” (MEDEIROS *et al.*, 2016, p. 1).

Dessa maneira, tomou-se como base a ideia de que a criatividade é um reflexo de qualquer ato humano que produza algo novo, podendo ser um objeto físico, mental ou emocional (VALQUARESMA; COIMBRA, 2013). Isto é, a criatividade está entrelaçada nas produções novas que os indivíduos desenvolvem ao longo da trajetória de vida. Diante dessa habilidade e das discussões anteriores, pode-se aferir que, a sociedade está mudando suas exigências perante a formação dos estudantes, afinal, ela não quer mais memorizadores e reprodutores, mas, estudantes que usem sua criatividade para inovar e se comunicar presencialmente ou virtualmente.

Deste modo, concorda-se com Mannrich (2019, p. 6) quando pontua que: “parece não haver dúvidas de que a Cultura Maker, e conseqüentemente sua apropriação pela Educação, tem potencial para contribuir para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa, de engajamento social e do desenvolvimento da cidadania”. Para tal, o professor tem o papel fundamental na perspectiva da CM, que seria de facilitador, pois, segundo Raabe e Gomes (2018) o professor irá nortear os alunos na execução do projeto, a fim de estabelecer as relações necessárias entre os saberes científicos e escolares.

Neste viés, quando se propõe utilizar a CM na educação, precisa-se pensar também na sua forma de avaliação, deste modo, Raabe e Gomes (2018, p. 16) destacam que:

A avaliação é processual e deve garantir que os alunos estão buscando soluções para progredir em seus projetos. Não há um resultado esperado para os projetos. Não se definem critérios de qualidade para os objetos sendo construídos. A avaliação centra-se em aspectos chave do processo tais como: a busca por referências, o trabalho colaborativo em grupo, o registro das ideias, protótipos, tentativas e decisões, a superação dos problemas e erros e a resiliência.

Isto é, a avaliação ocorre durante o desenvolvimento do projeto, não existem resultados pré-estabelecidos que norteiem a qualidade do trabalho e esta avaliação está direcionada para

aspectos chaves, como, pesquisar, trabalhar em grupo, anotar ideias, desenvolver o protótipo, tomadas de decisões, tentativas e superações dos problemas e erros, caso existam.

Vale salientar também que não existem equipamentos definidos para caracterizar um espaço Maker ou uma proposta Maker, existem sim, uma “[...] liberdade para a combinação de técnicas e do aproveitamento da expertise das pessoas [...]” (RAABE; GOMES, 2018, p. 12-13). No entanto, pode-se citar as ferramentas tecnológicas mais comuns nos espaços Makers, que são: a impressora 3D, kits de robótica e cortadores a laser. Além disso, outro espaço comum para o desenvolvimento desta cultura são as plataformas de vídeo, como por exemplo, o *Youtube*, pois, têm vários canais ensinando a fazer objetos e experiências, um deles é o canal “Manual do Mundo”.

Em síntese, a CM é algo ainda considerado recente no Brasil quando se discute sua relação com a educação, conforme Pereira e Arthur (2020, p. 6) enfatiza ao dizer que “[...] observou-se que os estudos acadêmicos no território brasileiro a respeito da Cultura Maker e o ensino de Ciências é relativamente novo”. No entanto, pode-se observar o seu potencial de tornar o estudante protagonista do seu aprendizado, além de possibilitar um maior engajamento, que surge de acordo com Bernárdez-Gómez, Sá e Silva (2020, p. 75654) “[...] da interação entre fatores individuais (psicológicos) e do entorno e contexto de cada estudantes (pedagógicos)”.

A partir disso, pode-se dizer que a CM favorece esse engajamento, porque eles passam a ser inventores e não meros reprodutores, perpassando o desenvolvimento de competências e habilidades exigidas pela sociedade do século XXI. Desse modo, pode-se afirmar que os conteúdos, por exemplo de Termodinâmica, precisam estar alinhados com o desenvolvimento dessas habilidades, no entanto, para desenvolvê-las necessita-se, inicialmente, compreender seus conceitos essenciais. Dessa maneira, dedicou-se o próximo subtópico para apresentar alguns conceitos considerações essenciais para o entendimento dos estudantes acerca da Termodinâmica.

3.3. CONCEITOS ESSENCIAIS DA TERMODINÂMICA ABORDADOS NO ENSINO MÉDIO

Ao refletir sobre a gama de conhecimento construído ao longo da existência humana, observa-se que existem diversos tipos deles, nos quais são passados para as gerações de maneiras diferentes. Um destes conhecimentos é o científico, considerado como sendo fundamental para o entendimento dos problemas e de suas possíveis soluções (SOUSA

JÚNIOR, 2020), pois, ao tê-lo os seres humanos podem propor mudanças no seu contexto social. Em outras palavras, o conhecimento da ciência possibilita compreender os problemas existentes no cotidiano além disso, propor resoluções para eles. Diante disso, pode-se dizer que o conhecimento científico está intimamente atrelado a dinâmica da área das Ciências.

Como esta área é ampla e diversa, nesta pesquisa serão abordados os conceitos essenciais de Termodinâmica (Termoquímica) ministrados no Ensino Médio. Para tal, pode-se dizer que a Termodinâmica “[...] se caracteriza pelo estudo de uma forma específica de energia, o calor” (ANDRADE, 2021, p. 14). Corroborando e contribuindo com esta ideia, Almeida (2003) diz que este estudo procura fazer relações quantitativas ao estudar as transferências de energia como calor e trabalho.

Para compreender melhor este conteúdo, será apresentado os seguintes conceitos considerados essenciais para serem abordados na perspectiva do recorte proposto neste trabalho: 1) sistema, 2) vizinhança, 3) energia, 4) calor, 5) variação de entalpia – processos endotérmicos e exotérmicos, 6) lei de Hess e 7) temperatura.

O primeiro conceito baseado no autor Rocha (2010) refere-se a um sistema como sendo uma região que será estudada, ou seja, região de interesse, por exemplo, uma solução qualquer em um béquer, a qual será analisada. No caso de vizinhança, entende-se a partir de Rocha (2010) como sendo o universo ao redor do sistema. Já a energia, poderia ser definida como sendo a capacidade de se dissipar ao realizar trabalho (SANTOS FILHO, 2021), ou melhor, será capacidade de executar determinado trabalho, por exemplo, o cérebro para fazer suas conexões neurais precisa de energia. Já o calor, é compreendido “[...] como fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato” (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 31). Aprofundando mais nos assuntos de Termoquímica, ensina-se o conceito de variação de entalpia e lei de Hess.

A entalpia (H) é uma função de estado, ou seja, não importa o caminho percorrido para chegar no resultado, o que será considerado para mensurar o calor liberado ou absorvido em um sistema com pressão constante, quando ocorre fenômenos químicos ou físicos, será o início e o fim (SANTOS FILHO, 2021). Outro aspecto importante é que, quando houver a liberação de calor para a vizinhança, o processo será classificado como exotérmico ($\Delta H < 0$) e quando ocorrer absorção de calor será endotérmico ($\Delta H > 0$) (SOARES; CAVALHEIRO, 2006).

Em relação a lei de Hess, refere-se a valores de variação de entalpia padrão que podem serem utilizadas para obter variação de entalpia de reações quase impossíveis de medir experimentalmente (LIMA, 2015). Por fim, “o conceito de temperatura, do ponto de vista

científico, deriva da observação de que energia pode fluir de um corpo para outro quando eles estão em contato” (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 31).

Em suma, pode-se aferir que estes conceitos necessitam da mediação do docente para transpor esta linguagem mais rebuscada para uma mais simples e clara, sem perder o cunho científico. Portanto, o docente não somente precisa saber desses conceitos, mas conseguir mobilizá-los ao ensinar e para além disso, está atento as possíveis dificuldades apresentadas pelos estudantes ao ministrar esse assunto. Desse modo, dedicou-se o próximo tópico a uma breve explanação sobre essa questão.

3.4. O ENSINO E AS DIFICULDADES PARA ABORDAR A TERMODINÂMICA

A questão é, como abordar a Termoquímica no Ensino Médio e quais são as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo? Na perspectiva da abordagem deste conteúdo, pode-se tomar como referência os Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco para o Ensino Médio e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Estes documentos norteadores trazem considerações e sugestões acerca das expectativas de aprendizagens e das habilidades e competências a serem trabalhadas em Termoquímica.

Por exemplo, nos conteúdos de Química por bimestre dos Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco, diz que uma das expectativas de aprendizagem para o conteúdo de Termoquímica, seria “[...] reconhecer que toda transformação química ocorre com consumo e produção de energia, considerando a quebra e a formação das ligações químicas” (PERNAMBUCO, 2013, p. 11). Em outras palavras, precisa-se possibilitar aos estudantes a identificarem que toda transformação química, na qual ocorre quebra e formação de ligação, necessita de energia, sendo consumida e/ou produzida. No entanto, esta aprendizagem não pode ser desvinculada ao contexto do estudante, como bem menciona a BNCC na seguinte habilidade proposta:

[...] utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento (BRASIL, 2018, p. 347).

Nesta habilidade é enfatizada a importância de atrelar o conhecimento de propagação de calor que se adquire nas escolas com equipamentos encontrados no cotidiano dos estudantes, como, coletor solar e a garrafa térmica. Além disso, aponta para a ideia de construir soluções

tecnológicas sobre este conhecimento. Desta maneira, verifica-se que a abordagem da Termoquímica perpassa o entendimento de energia e suas diversas relações com o cotidiano do aluno, sendo fundamental seu ensino para uma formação integral do sujeito pertencente ativamente a sociedade. Afinal, “esses saberes irão intensificar o aprendizado do aluno, pois a mera transmissão de conceitos de energia em uma visão isolada e fora de um contexto não será suficiente para gerar um conhecimento mais concreto sobre o conteúdo abordado” (NASCIMENTO, 2019, p. 14).

Partindo disso, pode-se discutir sobre algumas possíveis dificuldades enfrentadas pelos estudantes no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Termoquímica. Tendo em vista que, este assunto tem alguns conceitos usados no cotidiano que diferem do significado científico, por exemplo, usa-se o termo calor como forma de expressar a sensação térmica, isto no senso comum, já no científico, sabe-se que o calor é um fluxo de energia por consequência da diferença de temperatura. Todavia, vale ressaltar que não se está dizendo que a concepção de calor do senso comum está incorreta, pois, diante do contexto informal pode-se utilizá-la, desde que seja transmitida a informação desejada. Por outro lado, precisa-se também compreender o conceito científico e saber identificar em qual momento ele é adequado.

Isto é apontado como uma dificuldade que o estudante tem, pois, de acordo com Mortimer e Amaral (1998), os estudantes estão acostumados a utilizarem alguns conceitos da Termoquímica como energia, calor, temperatura e na maioria das vezes o docente não retorna a estes conceitos essenciais, direcionando suas aulas para termos mais complexos, como, calor de reação e lei de Hess, gerando, frequentemente, uma mistura indistinta das concepções científicas com aquelas do cotidiano, não conseguindo identificar seus contextos e limites de aplicação.

Outra dificuldade apontada por Coelho, Silva e Lessa (2017) reside na falta de contextualização entre estes conceitos e temáticas cotidianas, ou seja, os estudantes não conseguem relacionar o que aprendem com fenômenos diários. Sendo provável que, esteja trabalhando o conteúdo exemplificando-o com situações cotidianas e não inserindo uma temática retirada do dia a dia dos estudantes. E por fim, pode-se dizer que existe a dificuldade quanto “[...] o aspecto do entendimento das explicações atômico-moleculares que são confrontadas pelos fenômenos macroscópicos” (SOUZA JÚNIOR, 2020, p. 121).

Em outras palavras, os estudantes provavelmente têm dificuldade de compreender as ideias abstratas do universo microscópico da química e confrontá-la com o macroscópico. Por exemplo, sabe-se que a temperatura é uma medida de agitação térmica das partículas, isto é, a

nível microscópico pode-se dizer que elas estão recebendo energia térmica e se transformando em energia cinética e potencial, à medida que aumentamos a temperatura. Isso, pode ser visualizado macroscopicamente quando se observa a vaporização da água ao fervê-la.

Portanto, o ensino da Termoquímica é imprescindível para compreender os diversos aspectos relacionados com a energia. Para tal, necessita-se que os conceitos essenciais sejam abordados de forma lógica, progressiva e contextualizada, para assim, tentar minimizar as dificuldades dos estudantes. Afinal, irá sempre existir dificuldades, pois, o ato de aprender e ensinar perpassa pela complexidade da existência de obstáculos e superações no processo de ensino-aprendizagem. Para tentar minimizar essas dificuldades é proposto abordar esse conteúdo de forma a utilizar uma temática. Portanto, a próxima explanação refere-se à utilização da energia solar como tema norteador da abordagem do conteúdo de Termodinâmica.

3.5. A ENERGIA SOLAR COMO TEMA NA ABORDAGEM DA TERMODINÂMICA

Na perspectiva de uma abordagem contextualizada acerca do conteúdo de Termodinâmica, pôde-se utilizar a temática energia solar no projeto de ensino, intitulado “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”. Tomando como base essa premissa, não se pode reduzir a contextualização de conhecimentos a meras exemplificações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, mas deve-se favorecer a aplicação dos conhecimentos, de forma a torná-los protagonistas do seu aprendizado (BRASIL, 2018).

Dessa forma, utilizando a contextualização e a importância da energia solar, como fonte promissora para a geração de energia do futuro, tendo em vista que, os recursos naturais estão sendo explorados ao extremo, ocasionando problemas ambientais, econômicos e energéticos (NASCIMENTO, 2019). Baseado nisso, pode-se aferir que se tornou uma questão urgente de sobrevivência, o desenvolvimento de tecnológicas para utilizar energias renováveis, como é o caso da energia solar, em detrimento das não-renováveis.

Neste sentido, necessita-se construir um diálogo entre o aluno e o mundo, para além da mera exemplificação, porque, de acordo com Nascimento (2019) é fundamental que o estudante se envolva com questões ambientais e energéticas. Corroborando com isso, a BNCC (BRASIL, 2018, p. 331) defende que:

[...] não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de

observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico.

De fato, saber os conhecimentos científicos, isto é, conseguir defini-los não implica em dizer que os estudantes conseguem mobilizá-los para desenvolver habilidades e competências, como autonomia e cooperação, citados no trecho anterior. Para tal, deve-se oportunizar o desenvolvimento dessas habilidades, como por exemplo, pode-se propor que os estudantes mobilizem os conhecimentos de Termodinâmica a fim de construir um protótipo de forno solar mais eficiente, partindo da perspectiva que o forno pode ser construído com diferentes materiais alternativos, como vidro, espelhos planos e entre outros (MELO, 2008).

Isto é, os estudantes podem investigar à luz da Termodinâmica os melhores e mais eficientes materiais para sua construção. Dessa forma, subentende que além do estudante compreender esse conteúdo, ele irá aplicá-lo, mobilizando seus conhecimentos. A fim de, por exemplo, pensar soluções coletivas, sustentáveis e responsáveis para o uso de energia e sua eficiência energética na escola e/ou na comunidade (BRASIL, 2018).

Em síntese, a ideia do projeto de ensino foi utilizar a unidade temática presente na BNCC, denominada de matéria e energia, para abordar a energia oriunda do sol de forma prática e imersa nos conceitos essenciais da Termodinâmica. Partindo da importância dessa temática para a sociedade de modo geral, como menciona Nascimento (2019), quando afirma que essa fonte de energia contribui para a vida do planeta e atualmente é considerada uma alternativa promissora para a matriz energética mundial. Além disso, pensou-se nessa perspectiva para propor a produção de um protótipo de forno solar, pois, justamente utiliza-se essa fonte alternativa de energia para cozinhar alimentos.

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Como o ato de pesquisar cientificamente necessita de métodos e sistematizações dos dados, o presente estudo pode ser classificado da seguinte forma: pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva, exploratória e estudo de caso. Para compreender melhor esta classificação, serão definidos os termos acima, justificando sua escolha. Essa pesquisa pode ser considerada aplicada, devido a sua proposta prática de desenvolver os conhecimentos científicos acerca da utilização da ABP, ancorada pela CM, para favorecer o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica.

Corroborando com a ideia de Gil (2008, p. 27), que afirma que pesquisa aplicada “[...] tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos”. Esta pesquisa foi qualitativa, porque a análise dos dados, levou em consideração os significados interpretativos que a pesquisadora coletou do fenômeno estudado, sem a utilização de dados estatísticos, ou seja, foi analisado a mensagem que os estudantes produziram. Isso, levando em consideração que a pesquisa qualitativa depende do conhecimento do pesquisador para interpretar os dados, não havendo fórmula preestabelecida para isso (GIL, 2008).

Já em relação a análise dos objetivos, foram utilizadas a pesquisa descritiva e exploratória, baseado em Gil (2008), a primeira está centralizada na descrição e relação dos acontecimentos coletados, e a segunda, busca desenvolver, esclarecer e mudar ideias sobre os dados obtidos a partir da aplicação do projeto de ensino. Nos quais, foram coletadas e analisados as percepções dos educandos acerca das principais etapas do projeto, a mobilização dos conhecimentos sobre os conceitos básicos de Termodinâmica e a materialização deles na produção do protótipo de forno solar.

Afinal, foi observado e comparado com outras situações o fenômeno estudado, através do desenvolvimento do projeto (energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar), pode-se classificar como descritiva, e exploratória, porque foi proposto a inserção da perspectiva da CM no desenvolvimento da ABP.

E por fim, se caracteriza como estudo de caso, porque o mesmo foi desenvolvido dentro de um contexto real de aula e observou-se os detalhes dessa intervenção didática, no qual, devido a pandemia, foi estruturado no formato de ensino híbrido. Como definido por Gil (2008),

o estudo de caso seria uma forma de investigar situações reais, dentro do seu contexto complexo, não podendo ser dissociado o fenômeno estudado do seu contexto.

4.2. CAMPO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram selecionados de um grupo de estudantes cuja turma estava participando do Projeto da Residência Pedagógica de Química – Caruaru-PE, sendo um projeto fomentado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), norteada pela Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste. Uma vez que a pesquisadora estava participando do projeto nesta turma e verificou, juntamente com a preceptora, as dificuldades dos estudantes nos conceitos básicos da Termodinâmica e a predominância de aulas tradicionais no ensino de Química. Desse modo, 17 (dezesete) estudantes do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola Estadual do Município de Bezerros-PE participaram dessa pesquisa.

Partindo disso, foram formados quatro grupos, identificado por cores (amarelo, verde, rosa e laranja), nos quais todos os integrantes tiveram que participar de todas as etapas do projeto. Além disso, os integrantes foram selecionados de forma aleatória, com o intuito de diversificar as relações interpessoais da turma. Outra informação importante é que para garantir o anonimato dos participantes foram atribuídas letras do alfabeto brasileiro, com o intuito de nomeá-los. Dessa maneira, os grupos ficaram distribuídos da seguinte forma: equipe rosa, formada pelos estudantes “B”, “R” e “Q”, equipe amarela, constituída pelos integrantes “H”, “G”, “D”, “I” e “N”, equipe verde, formada pelos educandos “M”, “P”, “F” e “C” e por fim, a equipe laranja, composta pelos estudantes “L”, “O”, “E”, “J” e “A”.

Assim, basicamente, esse projeto, foi desenvolvido em seis etapas no formato de ensino híbrido, contendo a primeira e a última etapa, presencial e as demais síncronas e/ou assíncronas. Então, a dinâmica dessa intervenção se deu por meio da execução das etapas ministradas e acompanhadas no âmbito presencial, síncrono (via *Google Meets*) e assíncrono (via *WhatsApp*).

Isso porque, existiram encontros síncronos para apresentar os vídeos e tirar dúvidas sobre o projeto, e presenciais para executar a etapa 1 e 6 e também para os estudantes se reunirem e discutirem mais acerca das decisões perante o trabalho que foi elaborado. Além disso, no início do projeto foram criados quatro (4) grupos na plataforma *WhatsApp*, a fim de acompanhar e nortear o desenvolvimento dessa intervenção. Para o melhor entendimento do

projeto, apresenta-se no quadro 1 as etapas, duração, local, ação, objetivo da ação, instrumento de análise e habilidades esperadas dos estudantes.

Quadro 1 - Etapas e suas informações relevantes. (continua)

Etapas	Tempo	Local	Ação	Objetivo da ação	Instrumento de análise e habilidades esperadas
1º	80 min	Presencial	Os estudantes receberão os diários de bordo e deverão escrever suas impressões e responder duas perguntas norteadoras neles. Além disso, será apresentado o projeto e o porquê da temática, energia solar. E por fim, receberão a missão de definir a data e a forma de divulgar seu artefato final (trabalho escrito).	Propiciar a compreensão da importância do estudo dessa temática e o sentimento de escolha perante o desenvolvendo do projeto.	Através da observação verificar se os estudantes conseguiram exercer a autonomia.
2º	-	Assíncrona	Os estudantes deverão pesquisar, discutir nos grupos de <i>WhatsApp</i> e anotar no diário de bordo e/ou no modelo do trabalho disponibilizado pelo docente, todas as suas pesquisas acerca da Termodinâmica e dos materiais do protótipo.	Favorecer a investigação, discussão (aluno-aluno e professor-aluno) e sistematização das pesquisas.	Por meio das observações da plataforma de <i>WhatsApp</i> e do diário de bordo, analisar se ocorreu a cooperação, autonomia e engajamento.
3º	-	Assíncrono	Assistirão e discutirão entre os membros da equipe acerca do vídeo, “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”. (disponibilizado o link do vídeo no <i>WhatsApp</i> https://www.youtube.com/watch?v=Apr5Go1XIXs).	Proporcionar a compreensão do diálogo entre os conceitos essenciais da Termodinâmica, da energia solar e da sua aplicabilidade na produção do protótipo.	A partir das observações, verificar se houve cooperação e engajamento.
4º	-	Assíncrono	Entregarão um modelo do trabalho escrito com as anotações e/ou pesquisas para serem analisadas. Em seguida, serão enviados os feedbacks as equipes pelo grupo do <i>WhatsApp</i> referente ao desenvolvimento do projeto.	Acompanhar, avaliar e sugerir alterações para permitir reflexões acerca do projeto.	Através da leitura e feedback, verificar se houve algum indício de criatividade e autonomia.

Quadro 1 – Etapas e suas informações relevantes (conclusão).

Etapas	Tempo	Local	Ação	Objetivo da ação	Instrumento de análise e habilidades esperadas
5º	-	Síncrona e assíncrona	Assistirão o vídeo com o especialista da área relacionada à energia solar (disponibilizado no grupo do <i>WhatsApp</i> e apresentado pelo <i>Google Meets</i> - https://drive.google.com/file/d/1FU_LRPymOYmiEO8y1diN7LfoWCipjqvr/view?usp=drivesdk). Posteriormente, discutirão acerca do conteúdo do vídeo, por meio das plataformas mencionadas acima.	Promover uma discussão mais específica sobre a temática energia solar, norteadas pela entrevista com o especialista.	Verificar se ocorreu o engajamento.
6º	80 min	Presencial	Realizarão as seguintes demandas: Executarão o experimento do funcionamento dos protótipos das equipes; apresentarão e entregarão o artefato final; escreverão e responderão quatro questões no diário de bordo; refletirão sobre todo o projeto.	Oportunizar a externalização das percepções dos alunos, por meio da apresentação oral e da escrita (diário de bordo e trabalho escrito), acerca da energia solar e dos conceitos básicos de Termodinâmica. Além de propiciar uma autoavaliação sobre todo o de Termodinâmica. Além de propiciar uma autoavaliação.	Por meio, do diário de bordo, da apresentação, do protótipo e da escrita, analisar se ocorreram as seguintes habilidades: cooperação, autonomia, criatividade e engajamento.

Fonte: Elaboração própria (2021).

No mais, houveram alguns estudantes que desistiram de participar ou não realizaram algumas dessas etapas no âmbito coletivo. Todavia, foi possível utilizar principalmente as etapas 1, 2, 4 e 6 para realizar a coleta de dados, apresentada mais adiante no próximo tópico.

4.3. COLETA DE DADOS

Para realizar a coleta de dados foi aplicado o projeto de ensino, “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”. Ao aplicá-lo, foram utilizados os seguintes instrumentos: observação de forma presencial (realizado na etapa 1 e 6 do projeto) e assíncrona

(via *WhatsApp* durante todo o projeto), a produção do protótipo do forno solar e a materialização das ideias, planejamento e reflexões de forma escrita (diário de bordo e artefato final), a fim de analisar os dados para tentar alcançar os objetivos desse trabalho.

4.4. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram analisados a partir do uso da Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin. Considerando que a análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos, os quais, se aplicam ao discurso, a fim de, inferir acerca dos dados coletados (BARDIN, 2016). Dessa maneira, foram utilizadas três fases cronológicas propostas por Bardin (2016), que são: 1) Pré-análise, 2) Exploração do material, 3) Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

De modo geral, na primeira fase foi feito uma organização inicial, a fim de tornar os dados operacionais e sistemáticos. Para tal, necessitou-se realizar as seguintes ações: 1) leitura flutuante, 2) escolha dos documentos, 3) formulação das hipóteses e dos objetivos e 4) referenciação dos índices e elaboração dos indicadores (BARDIN, 2016). Já na segunda fase, definiu-se as categorias, através da codificação e identificação das unidades de registro que foram as seguintes: os conceitos básicos de Termodinâmica, a mobilização e materialização desses conceitos. Para tal, considera-se que “[...] a unidade de registro de significação codifica e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base” (BARDIN, 2016, p. 134).

E por fim, a terceira e última fase, foi feito a análise dos resultados na perspectiva de proporcionar significação e validade a pesquisa, para em seguida, propor inferências e interpretações atreladas aos objetivos propostos no trabalho (BARDIN, 2016). Assim, propõe-se designar *a priori* categorias com a finalidade de atender cada um dos objetivos específicos almejados.

Desse modo, para tentar alcançar o primeiro objetivo, definiu-se como parâmetro de análise o entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos da Termodinâmica. Para isso, constituímos as seguintes categorias: 1) Definir o conceito cientificamente, isto é, investigar se os estudantes conseguiram externalizar de forma escrita ou oral o conceito de Termodinâmica em conformidade com o cientificamente aceito como adequado; 2) Utilizar o conceito na prática, ou seja, mobilizar a compreensão desse conceito no planejamento das ações do projeto ou explicação das escolhas aos colegas de equipe; e por fim, 3) Analisar a mobilização dos conceitos na execução do projeto, ou seja, na construção do protótipo de forno

solar, avaliar adicionalmente o entendimento relatado pelos estudantes quanto ao seu funcionamento.

No caso do segundo objetivo, o parâmetro de análise proposto foi a mobilização de habilidades dos estudantes ao desenvolverem o projeto de ensino, tomando como norte as seguintes categorias: 1) Desenvolvimento da autonomia, isto é, se os estudantes conseguiram buscar em outras fontes de forma autônoma; 2) Utilização da criatividade na perspectiva de diferenciação dos protótipos dos fornos solares; e 3) Se eles usaram a cooperação, ou seja, se as equipes conseguiram cooperar na tomada de decisões perante as etapas do projeto.

E por fim, para tentar alcançar o terceiro objetivo, foi usado o parâmetro de análise, CM na contribuição da APB, baseado na categoria: 1) Ação prática do estudante, ou seja, o montar o protótipo e o diálogo entre a CM e APB, na perspectiva de identificar a contribuição para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Em suma, foi fundamental analisar o conteúdo dos dados a partir dos parâmetros e suas respectivas categorias, para assim possibilitar a compreensão de como a ABP, atrelado a CM, pode favorecer a compreensão de conceitos básicos da Termodinâmica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No viés de alcançar os objetivos propostos perante esse trabalho, as seguintes seções foram divididas em subtópicos, os quais norteiam a apresentação e discussão acerca da natureza central dessa pesquisa, referente a relação entre o conceito e sua aplicabilidade no cotidiano dos estudantes. Desse modo, inicia-se pelo entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos da Termodinâmica, partindo da perspectiva de que não basta que os estudantes saibam definir cientificamente esses conceitos, mas tornou-se fundamental mobilizá-los e significá-los no âmbito mais prático, visando o pleno desenvolvimento do educando para o século XXI.

No segundo subtópico foi abordado as habilidades potencializadas ao aplicar esse projeto de ensino. Então, observou-se a autonomia, criatividade e cooperação como habilidades mais aparentes no decorrer das etapas, por meio, do diário de bordo, observações presenciais e assíncronas e na apresentação oral. Todavia, isso não implica dizer que foram somente essas habilidades desenvolvidas ao se aplicar esse projeto de ensino, mas que essas foram objetos de estudo.

No terceiro subtópico, discutiu-se as contribuições da CM para o formato da intervenção baseada na ABP. Nele, foram apresentadas as possíveis contribuições, acessibilidade comunicativa, diversidade de ferramentas e capacidade inventiva, oriunda da CM. Todavia, vale salientar que a ABP poderia desenvolver essas contribuições sendo aplicado sem a CM. Mas defendeu-se nesse trabalho a inserção da CM no formato da ABP como uma forma de potencializar essas contribuições, a fim de modernizar a perspectiva de aplicação da ABP.

Em suma, posteriormente será explanado com maiores detalhes esses subtópicos, pois, foram feitos recortes dos dados coletados, a fim de discutir e refletir acerca dos objetivos propostos perante esse trabalho.

5.1 O ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES ACERCA DOS CONCEITOS BÁSICOS DA TERMODINÂMICA

Na perspectiva de alcançar o primeiro objetivo específico, que foi analisar se os alunos compreenderam os conceitos básicos de Termodinâmica, criou-se os seguintes subtópicos para essa seção: 1) (Re)definindo conceito, 2) Mobilizando o conceito na reflexão teoria-prática e 3) Analisar a materialização da compreensão do conceito no projeto, que serão desenvolvidos ao longo das próximas linhas.

5.1.1 (Re)definindo conceito

Partindo dos seguintes conceitos básicos da Termodinâmica: 1) sistema, 2) vizinhança, 3) energia, 4) calor, 5) variação de entalpia – processos endotérmicos e exotérmicos, 6) lei de Hess e 7) temperatura, pode-se aplicar o projeto de ensino, para assim, discutir e analisar o possível entendimento dos participantes acerca desses conceitos e sua relação com a energia solar, assim como, a materialização do uso dela no cotidiano dos estudantes.

Entretanto, todo o planejamento precisou ser (re)pensado para o contexto da escola, e a realidade na qual os alunos estavam inseridos devido ao enfrentamento de uma pandemia nos anos de 2020 e 2021. Esta pandemia afetou todas as esferas da sociedade, inclusive a educação. Neste caso particular, os estudantes vivenciaram o conteúdo de Termodinâmica, mais especificamente o de Termoquímica a partir do ano de 2020, quando a modalidade de ensino passou por uma ruptura brusca, mudando do ensino presencial para 100% remoto.

Ao retornarem ao presencial de forma gradual no início do primeiro semestre de 2021, percebeu-se alguns déficits de aprendizagem, principalmente neste conteúdo. Diante disso, orientou-se que os conteúdos de química da série anterior, fossem intercalados com a série atual. Por consequente, precisou-se fazer uma revisão do conteúdo de Termodinâmica nessa turma do 3º do Ensino Médio seguido da significação a partir da mobilização desses conceitos com o projeto intitulado “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”.

Para tal, foi analisado a princípio a primeira e a sexta etapa, pois, considerou-se, esses momentos importantes para compreender se os estudantes conseguiram definir cientificamente conceitos relacionados com a Termodinâmica. Baseado nisso, na primeira etapa do projeto, os estudantes receberam um diário de bordo e nele escreveram e responderam duas perguntas relacionadas ao assunto.

No caso da sexta e última etapa, os discentes responderam individualmente quatro perguntas sobre o projeto. Dentre elas, a única analisada nesse momento foi a pergunta de número dois, porque foi a qual apresentou uma percepção mais clara acerca do desenvolvimento do entendimento dos estudantes sobre Termoquímica. As demais perguntas, não foram consideradas pertinentes para serem apresentadas nesse subtópico, pois, estavam relacionadas com as percepções dos estudantes acerca do projeto como um todo.

Desse modo, no quadro 2 contém as perguntas e as percepções do estudante “D” (equipe amarela), isto porque, considerou-se pertinentes e compreensíveis suas percepções, nessas duas etapas do projeto.

Quadro 2 – Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “D”.

Etapas/Pergunta	Respostas do aluno “D”
1º Etapa 1. O que é estudada a Termoquímica? 2. O que seria o calor na sua percepção?	R-1: É o que estuda as reações químicas que envolvem liberação ou absorção de calor. R-2: É a energia transferida quando existe uma diferença de temperatura.
6º Etapa 2. Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre Termoquímica ao realizar este projeto? Explique.	R-2': Consegui entender que a termoquímica nos ajuda a compreender também as relações que a química tem com a energia solar. E entendi que os materiais que usamos podem contribuir para absorver mais calor.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Assim, percebe-se que esse estudante já na primeira etapa apresentou uma clareza quanto a definição científica diante do relato do que estuda a Termoquímica e o conceito calor. Em relação a sexta etapa, pode-se observar que o estudante “D” conseguiu externalizar a percepção de compreender a ciência aplicada, especificamente a Termoquímica, cujos conceitos tem relação direta com as propriedades dos materiais usados no aproveitamento da percepção de compreender que a ciência, especificamente a Termoquímica, tem relação direta com a energia solar e que ao entendê-la, o estudante pôde pensar e escolher materiais que fossem mais eficazes na absorção de calor.

Isso também foi observado na maioria dos estudantes (53%), pois, conseguiram abordar nas suas respostas concepções científicas sobre o que foi questionado. Dessa maneira, o estudante “D”, tomado como exemplo, tal qual alguns dos demais, demonstraram ter ampliado a percepção conceitual, visto se referir a aplicação do conceito em seu cotidiano e justificar a escolha do uso de certos materiais a partir de suas propriedades. Outro exemplo que pode ratificar isso, foi a percepção do estudante “F” (equipe verde) contida no quadro 3 abaixo.

Quadro 3 – Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “F”.

Etapas/Pergunta	Respostas do aluno “F”
1º Etapa 1. O que é estudada a Termoquímica? 2. O que seria o calor na sua percepção?	R-1: É a parte da Química, a qual estuda a quantidade de calor envolvido em reações químicas e fenômenos físicos. R-2: É quando um objeto está acima de uma determinada temperatura.
6º Etapa 2. Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre Termoquímica ao realizar este projeto? Explique.	R-2: [...] foi através do projeto que conseguir compreender melhor alguns conceitos de Termoquímica, como o calor, entalpia, sistema, ou seja, tive acesso a mais informações e consegui saber mais do funcionamento do forno solar.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nessas percepções, observa-se que o discente externaliza coerentemente a respeito do estudo da Termoquímica, no entanto, apresenta dificuldade no conceito científico de calor. Em contrapartida, na sexta etapa, pode-se inferir provavelmente que ele conseguiu superar esse obstáculo e para além disso, ampliou sua compreensão tendo acesso a mais informações, por meio das pesquisas e discussões durante o projeto, além de aprender também sobre o funcionamento do forno solar.

Contudo, foi possível observar nas percepções de outros educandos nessas duas etapas que alguns ainda continuaram a externalizar concepções baseadas no senso comum e apresentaram desinteresse na realização do projeto. Isso pode ser observado no quadro 4 e 5, os quais contém o registro no diário de bordo dos estudantes “H” (equipe amarela) e do “Q” (equipe rosa) respectivamente.

Quadro 4 – Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “H”.

Etapas/Pergunta	Respostas do aluno “H”
1ª Etapa 1. O que é estudado a Termoquímica? 2. O que seria o calor na sua percepção?	R-1: Sol, temperatura e radioatividade. R-2: Raios solar, agitação das moléculas e ondas.
6ª Etapa 2. Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre Termoquímica ao realizar este projeto? Explique.	R-2: Não busquei tantas informações, mas na apresentação aprende um pouco mais e pude tirar dúvidas ouvido as apresentações.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 5 – Etapas do projeto, perguntas e respostas do estudante “Q”.

Etapas/Pergunta	Respostas do aluno “Q”
1ª Etapa 1. O que é estudado a Termoquímica? 2. O que seria o calor na sua percepção?	R-1: (Em branco) R-2: Calor e radiação solar
6ª Etapa 2. Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre Termoquímica ao realizar este projeto? Explique.	R-2: Não muito, porque não assisti o vídeo e não gostei de realizar o projeto.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Primeiramente, foram selecionadas as percepções desses estudantes devido ao seu caráter mais evidente ao abordar as concepções do senso comum e a possível desmotivação no

quesito engajamento. Dessa maneira, observa-se que o estudante “H”, em ambas as suas respostas da etapa 1, externaliza concepções oriundas do seu cotidiano, e até chega a citar e confunde com outro conteúdo de química, como radioatividade, para explicar sobre o que estuda a Termoquímica. Evidenciando possível a completa falta de compreensão acerca desse conteúdo e sobre o termo calor. Ao analisar a resposta da questão dois da etapa 6, desse mesmo estudante, verifica-se que provavelmente o entendimento dos conceitos básicos da Termodinâmica continuaram sendo os mesmos, tendo poucas alterações ao finalizar todas as etapas do projeto. Tendo em vista que, esse estudante demonstra pela sua percepção não ter se engajado no decorrer das etapas e assim, provavelmente persistiu nas dificuldades de compreensão acerca das concepções do senso comum e as científicas relacionadas aos termos básicos do conteúdo em questão.

Isso possivelmente evidência a dificuldade mencionada por Mortimer e Amaral (1998) quando diz que, em alguns conceitos de Termoquímica os estudantes estão acostumados a utilizá-los no cotidiano, no entanto, com significados diferentes da ciência, acabando por misturar os conceitos científicos com os cotidianos, sem distinguir os limites e adequação da sua aplicabilidade.

Neste sentido, “[...] cada vez que o estudante usa um modo de pensar cotidiano sobre o calor, o valor pragmático dessa linguagem preserva significados que estão em desacordo com a visão científica, mas que são úteis naquele contexto” (SIMÕES NETO, 2016, p. 32). Em outras palavras, esse pensar cotidiano em relação ao conceito de calor é útil em diversas situações cotidianas, no entanto, cientificamente estão incoerentes.

Já no caso do estudante “Q”, constata-se que ele demonstrou provavelmente não saber o que a Termoquímica estuda, ao deixar em branco a primeira questão da etapa 1 e no caso da segunda questão, ele abordou uma compreensão de calor como sendo a radiação solar, isto é, trouxe possivelmente suas concepções cotidianas de forma simplificada. Já na resposta da questão dois da etapa 6, constatou-se que esse estudante supostamente deixou de cumprir diversas etapas do projeto, como a pesquisa realizada na etapa 2, como não assistir e discutir o vídeo da etapa 3, dificultando assim, o desenvolvimento das demais etapas e até podendo prejudicar a equipe rosa, a qual ele fazia parte.

Em síntese, é fundamental que os discentes compreendam os conceitos contextualizados, para assim, distingui-los e utilizá-los em momentos adequados, implicando dizer que não existe concepção errônea, mas fora do contexto e que diante dessa intervenção

houveram estudantes que persistiram nas concepções do senso comum, em detrimento as científicas sobre o conteúdo abordado no projeto.

5.1.2 Mobilizando o conceito na reflexão teoria-prática

Em relação a mobilização dos conceitos na prática, observou-se as atitudes e os diários de bordo, principalmente na equipe verde, a qual apresentou um maior engajamento e mobilização prática na execução do projeto. De fato, essa equipe planejou, construiu e utilizou os conceitos de Termoquímica, tendo sido um destaque no quesito investigativo e utilitário. Por exemplo, ao realizarem reuniões em grupo, depois das pesquisas realizadas na etapa 2, discutiram (via *WhatsApp*) os materiais que seriam usados na produção do forno à luz da Termoquímica e começaram a executar a produção do forno.

Em contrapartida, sugiram alguns questionamentos, como, se o tamanho do forno seria importante e qual material poderiam utilizar para realizar a contenção maior de calor no interior do forno. Ao fazer esse movimento de discussão e questionamento, a equipe chegou em um consenso que resultou na modificação do protótipo. Abaixo, segue a transcrição da anotação feita pelo estudante “F” da equipe verde:

Estudante “F”: *“De acordo com algumas pesquisas e palpites, nossa equipe resolveu refazer totalmente o forno, pois, ao discutirmos encontramos algumas formas de melhorar seu funcionamento. Então, reduzimos o tamanho do forno, porque consideramos que estava ‘grande’ e assim os raios solares ao entrarem demorariam mais tempo para aquecer e fazer o cozimento do alimento. Além disso, decidimos utilizar uma caixa de isopor para isolar o calor dentro do interior do forno e uma chapa de alumínio como base dentro da caixa.”*

Baseado nesse relato, verifica-se que o estudante juntamente com sua equipe mobilizou na prática o conceito de calor, sistema, vizinhança, energia e temperatura, ao repensarem as formas e os materiais que seriam utilizados para a produção do forno. Afinal, planejaram aperfeiçoar o sistema, ou seja, tentaram deixar o forno menor para assim, utilizar o fluxo de calor dos raios solares de forma mais eficiente para aquecer as moléculas do ar e umidade do ambiente contendo o alimento e assim, cozinhá-lo com uma maior rapidez.

5.1.3 Analisando a materialização da compreensão do conceito no projeto

Analisando a materialização dos conceitos no protótipo de forno solar construído pela equipe verde, pode-se verificar que houve planejamento e compreensão dos conceitos, para assim, construir de forma mais eficiente e funcional seu forno. Para ilustrar isso, segue a Figura 1, a qual apresenta o formato do forno e alguns materiais utilizados para sua construção.

Figura 1 – Protótipo do forno solar da equipe verde.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Identifica-se na figura 1 que os estudantes utilizaram outros materiais, como, o vidro e o papel alumínio para otimizar seu funcionamento, mobilizando assim, o conceito de sistema fechado, quando utilizou o vidro para reter mais calor no interior do forno, assim como a utilização da caixa de isopor, considerado um bom isolante térmico. Além disso, possivelmente foi necessário ter ciência do conceito de vizinhança para decidir a posição da tampa externa refletora, pois, necessitava direcionar a maior quantidade de raios solares para o interior da caixa e assim proporcionar um aumento da temperatura.

Outro material mencionado no relato, foi a chapa de alumínio colocada dentro da caixa na parte de baixo, sabe-se que o alumínio é considerado um bom condutor térmico e elétrico, logo, os raios solares não iriam ser retidos no interior da caixa, mas seriam conduzidos para toda a caixa, fazendo o alimento provavelmente cozinhar mais lentamente. No caso das outras equipes, ou não colocaram nenhum material na parte de dentro da caixa ou adicionaram o papel preto, para justamente concentrar o calor exatamente na região que ficaria o alimento.

Desse modo, assim como essa equipe, as demais fizeram esse movimento de mobilizar e materializar os conceitos nas suas tomadas de decisões perante a construção do protótipo, partindo da perspectiva das discussões presenciais e do artefato final. Isto é, planejaram e discutiram tanto a parte escrita quanto a produção e os materiais do forno solar. Para ilustrar essa suposição, foi extraído um trecho do artefato final da equipe laranja (“L”, “O”, “E”, “J” e “A”), no qual demonstra esse mesmo movimento apresentado pela equipe verde.

Equipe laranja: *“Por meio das discussões observamos que alguns materiais são bons condutores de energia, por isso resolvemos escolher revestir todo o interior da caixa com papel alumínio. Além disso, decidimos utilizar tinta preta para pintar o forno com a finalidade de absorver mais calor.”*

Em síntese, pode-se aferir que possivelmente os estudantes que tiveram um maior engajamento conseguiram ampliar sua percepção diante da relação entre Termodinâmica e o tema energia solar. Além disso, a maioria dos estudantes demonstraram ter um domínio melhor no quesito definição dos conceitos básicos de Termodinâmica. Contudo, saber definir não significa necessariamente entender os preceitos, saber compreender ou mesmo manipular seus fenômenos, conceitos e procedimentos, seja na teoria ou na prática. Como menciona a BNCC no seguinte trecho “[...] não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação [...]” (BRASIL, 2018, p. 331).

Todavia, pode-se inferir que provavelmente a maioria dos estudantes (53%) perpassaram a perspectiva de saber somente definir e adentraram também no ato de mobilizar e significar esses conceitos de forma mais prática. Pois, de fato, repensaram e modificaram suas ideias, baseado nas suas pesquisas e discussões grupais. Isto é, supostamente eles conseguiram entender os conceitos básicos de Termodinâmica e sua relação com o funcionamento do protótipo de forno solar, significando o conteúdo no viés da sua aplicabilidade.

5.2 A MOBILIZAÇÃO DE HABILIDADES DOS ESTUDANTES

Partindo da investigação acerca do segundo objetivo específico relacionado com a possibilidade dos estudantes desenvolverem habilidades geralmente associadas ao uso da ABP, como autonomia, criatividade e cooperação e que a capacidade de memorizar já não basta para o desenvolvimento pleno do educando, principalmente para as exigências impostas para com o estudante do século XXI, pode-se afirmar que, um dos desafios para ensinar é possivelmente a busca por metodologias que favoreçam o desenvolvimento de habilidades como as citadas anteriormente. Então, esse tópico tem como finalidade analisar e discutir os indícios das habilidades, que de fato ficaram mais aparentes na aplicação desse projeto de ensino.

Iniciando pela autonomia e baseado na concepção de Freire (1996) e Gottardi (2015), pode-se dizer que durante as etapas 1, 2, 4 e 6 do projeto foram oportunizados momentos que possivelmente estimularam os estudantes a exercerem o protagonismo no seu processo de ensino-aprendizagem. De fato, foram observados indícios principalmente nessas etapas, quando por exemplo, os estudantes decidiram apresentar oralmente o artefato final, ou quando, buscaram trazer elementos criativos para seus protótipos.

Além disso, observou-se que a maioria dos estudantes foram além das fontes recomendadas nas instruções do projeto, isto é, buscaram outros sites e professores de outras disciplinas, como, Biologia e Física, a fim de tirar dúvidas e buscar mais informações para desenvolver o projeto. A exemplo do estudante “C” (equipe verde) que faz o seguinte relato no seu diário de bordo:

Estudante “C”: *“Sim, foi muito necessário buscar mais informações com outros professores para complementar as informações construídas nas etapas do projeto.”*

Assim, supostamente esse estudante abordou os professores de outras disciplinas de forma autônoma, isto é, ele tomou a iniciativa por necessidade de complementar suas pesquisas feitas em sites e/ou livros. Outro indício importante foi o poder de escolha que foi mobilizado na tomada de decisões acerca dos materiais que seriam utilizados no protótipo. Ou seja, provavelmente o conjunto de possibilidades de decisões tanto individuais quanto coletivas, puderam ter proporcionado o surgimento de uma sensação de empoderamento, diante do protagonismo vivenciado nesse projeto. Para corroborar com isso, segue a percepção do estudante “B” (equipe rosa) extraída do diário de bordo:

Estudante “B”: *“Sim, busquei pesquisar para aprimorar o projeto.”*

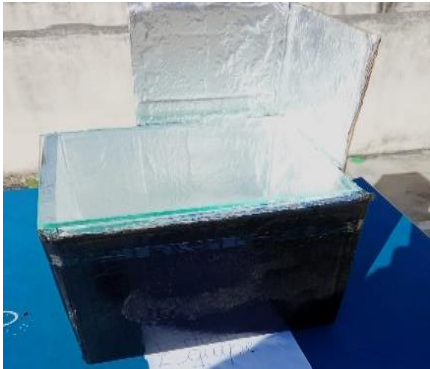
Diante disso, percebe-se que esse estudante demonstrou na sua percepção que utilizou a autonomia de forma intencional e direcional, isto é, as pesquisas foram direcionadas a alcançar o aprimoramento do projeto. Esse aperfeiçoamento possivelmente mobilizou também a criatividade, pois, a investigação pode proporcionar o aparecimento de ideias novas a partir das informações encontradas.

Desse modo, partindo da perspectiva levantada por Valqueresma e Coimbra (2013, p. 135) sobre criatividade “[...] enquanto reflexo de qualquer ato humano que origine algo novo,

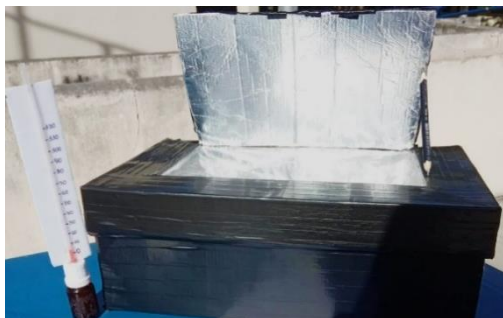
independentemente do que é criado ser um objeto físico ou um constructo emocional ou mental”, pode-se analisar as percepções dos estudantes e os protótipos de forno solar construídos pelas equipes.

Iniciando pela comparação dos protótipos, observou-se que cada equipe buscou informações e materializou sua criatividade, destacada nas diferentes ideias e alternativas no protótipo produzido pelos estudantes. Para visualizar isso, segue o quadro 6 abaixo, contendo os quatro fornos solares e as identificações das equipes.

Quadro 6 – Equipes e seus respectivos protótipos de forno solar (continua).

Equipe	Protótipo de forno solar
Verde	
Rosa	
Laranja	

Quadro 6 – Equipes e seus respectivos protótipos de forno solar (conclusão).

Equipe	Protótipo de forno solar
Amarela	

Fonte: Elaboração própria (2021).

Observando o quadro 6, percebe-se que todos os grupos trouxeram elementos criativos e diversificados. Por exemplo, a equipe laranja possivelmente baseou-se nos fornos convencionais (fogão e elétrico), porque colocou grades feitas de palito de churrasco para apoiar o alimento e fez uma porta para ter acesso ao interior do forno. Além disso, essa equipe trouxe uma ideia funcional e criativa, que foi deixar duas regiões com o plástico transparente para maximizar a entrada dos raios solares para o interior do forno, compensando parcialmente a falta da tampa refletora. Já a equipe verde, provavelmente usou a criatividade ao colocar a tampa refletora na esquina da caixa de isopor, para assim, ter uma maior reflexão dos raios solares para o interior do protótipo.

E por fim, as equipes rosa e amarela, tiveram seus protótipos semelhantes, possivelmente se basearam no forno solar apresentado no vídeo disponibilizado na etapa 3 do projeto. No entanto, a equipe amarela supostamente utilizou as informações e conhecimentos adquiridos ao longo do projeto para propor uma ideia nova, que foi a criação de um termômetro fictício, a fim de enfatizar a importância da temperatura ambiente para o melhor funcionamento do seu protótipo.

Além disso, observou-se também que os estudantes perceberam que usaram a criatividade nos seus protótipos, como relata a fala do estudante “I” da equipe amarela:

Estudante “I”: *“Sim, aprendemos algo importante de uma forma mais criativa e dinâmica.”*

Nessa percepção verifica-se que há um reconhecimento da importância de aprender de uma forma mais criativa e dinâmica, sugerindo que o estudante possivelmente aprendeu os conceitos de Termodinâmica e conseguiram mobilizá-los na teoria-prática. Todavia, essa

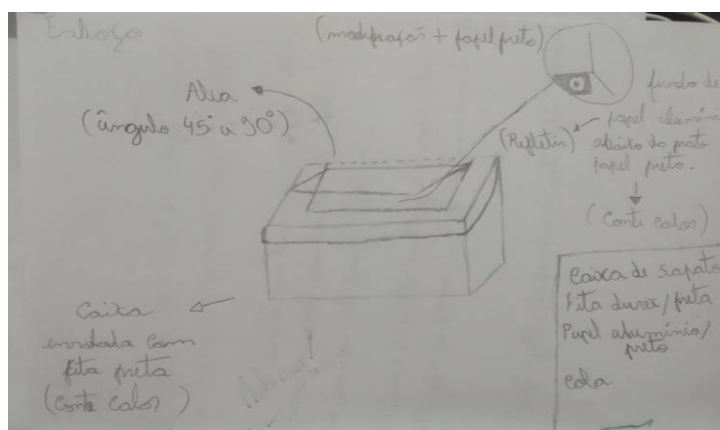
mobilização provavelmente necessitou de outra habilidade, a cooperação, pois, o processo de planejamento, discussão, execução, foi proposto para ser de forma grupal.

Desse modo, baseado em Frantz (2001, p. 242), a cooperação é:

[...] um processo social, embasado em relações associativas, na interação humana, pela qual um grupo de pessoas busca encontrar respostas e soluções para seus problemas comuns, realizar objetivos comuns, busca produzir resultados, através de empreendimentos coletivos com interesses comuns.

Isto é, para ocorrer a cooperação é necessário que haja essa interação humana na perspectiva de encontrar respostas e soluções para uma questão comum. A princípio, verificou-se que as equipes se reuniram para planejar e discutir como desenvolver as etapas do projeto. A equipe amarela, em especial, planejou realizar um esboço do protótipo, antes de executar sua produção. Para tal, realizaram a etapa 2 e 3 para assim, trazerem informações, ideias e sugestões que originou o seguinte esboço apresentado na figura 2:

Figura 2 – Esboço do protótipo do forno solar da equipe amarela.



Fonte: Elaboração do(a) Estudante “N” (2021).

Na figura 2, identifica-se um esboço de um protótipo do forno solar e a partir deste encontro foram discutidos os materiais e suas respectivas funções e assim, tomado nota das ideias e informações pertinentes ao projeto. Por exemplo, colocou-se o nome papel alumínio e desenhou-se uma seta indicando a expressão “reflete”, demonstrando que possivelmente foram realizadas pesquisas e discussões que desencadearam decisões perante a construção do protótipo. E que essas decisões não foram tomadas individualmente, porque os membros dessa equipe discutiram em colaboração para construir esse esboço. Dessa maneira, assim com essa equipe, as demais também utilizaram a cooperação, seja na discussão, seja na tomada de decisões e até mesmo a produção do protótipo. Todavia, a equipe rosa e laranja apresentaram

uma maior dificuldade de desenvolver essa habilidade, possivelmente pela falta de engajamento e comunicação de alguns membros das equipes.

Em síntese, pôde-se observar que no decorrer da aplicação do projeto os estudantes possivelmente mobilizaram a autonomia, a criatividade e a cooperação nas suas percepções, discussões e materializações de conhecimento perante as demandas de cada etapa, reforçando assim, a característica da ABP mencionada por Rodrigues (2020), quando diz que, essa metodologia utiliza a ideia de desenvolvimento e gestão de projetos, a fim de propiciar o aprendizado dos estudantes de forma ativa, participativa e colaborativa.

5.3 A CULTURA MAKER COMO DIFERENCIAL PARA A APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO

Para tentar alcançar o objetivo de verificar se houve contribuições da perspectiva da CM na abordagem organizada no formato de uma ABP no quesito da ação prática do estudante, foi proposto refletir acerca da CM como uma proposta de modernizar a abordagem educacional da ABP.

Dessa maneira, levanta-se a questão de que a ABP possibilita a contribuição tanto do aprendizado quanto do desenvolvimento de habilidades, logo, para tentar potencializar e modernizar essas contribuições, surgiu a ideia de utilizar a CM, pois, pode-se dizer que, na perspectiva da educação, tem semelhanças com a ABP, no entanto, inova no quesito de abordar os assuntos com uma linguagem mais acessível e contemporânea. Nesse sentido, ao longo desse tópico, será analisado e discutido as possíveis contribuições advindas da CM para a ABP, ambas utilizadas na construção do projeto de ensino.

A princípio, uma das contribuições observada foi a acessibilidade comunicativa proporcionada pelo recurso audiovisual criado para fazer parte da etapa 3 desse projeto. Neste vídeo, colocado na plataforma *Youtube*, utilizou-se a perspectiva Maker para contextualizar o conteúdo de Termodinâmica, atrelando-o a construção de um protótipo de forno solar. Isto é, o vídeo funcionou como uma ferramenta pedagógica e não somente como um entretenimento informativo. Conforme visto no trecho abaixo, retirado do diário de bordo.

Estudante “G”: *“O vídeo mostra claramente sobre os conceitos de Termoquímica e ao fazer isso, me possibilitou tirar dúvidas sobre energia, temperatura e calor.”*

Assim, observa-se que o discente relata que existiu uma clareza das informações sobre Termoquímica, isto é, provavelmente ele verificou que a linguagem mais simples e acessível utilizada no vídeo tornou os conceitos de Termoquímica mais fáceis de compreender, ajudando-o a esclarecer dúvidas sobre energia, temperatura e calor. Em suma, supostamente a acessibilidade das orientações a partir do vídeo, mostrou-se ser importante para eles se sentirem confortáveis em assimilar o “fazer” que lhes é ensinado. Pois, isso possibilita o desenvolvimento de uma característica importante da CM, mencionada por Raabe e Gomes (2018), a capacidade de pensar como inventores e não serem ensinados sobre invenções.

Essa provavelmente foi outra contribuição da CM para ABP, pois, os estudantes tiveram a oportunidade de inventar seu protótipo baseado nas suas pesquisas, discussões e ideias. Isso não implica dizer que a ABP não pode gerar invenções, mas que a CM centraliza e potencializa essa ideia de “crie você mesmo”. No entanto, somente a criação não basta para se aplicar uma intervenção didática, por isso, é necessário gerar conhecimento e aprendizado, para tal a ABP foi fundamental no desenvolvimento do projeto de ensino.

Desse modo, na ação do estudante em diferentes etapas, possibilitou verificar que se fez necessário construir o aporte de informações para gerar ideias e assim, criar seus protótipos de forno solar. Corroborando assim, com a ideia que “o movimento maker está associado a ideia de criar, construir, fazer, remete àquele que faz algo, que coloca a ‘mão na massa’” (MANNRICH, 2019, p. 2). Isso pôde ser percebido também no trecho transcrito abaixo.

Estudante “J”: “[...] *nós tivemos uma experiência nova e a possibilidade de realizar nosso próprio forno.*”

Diante disso, percebe-se que provavelmente esse estudante não havia tido a oportunidade de colocar suas ideias em prática, no ambiente escolar, e que isso, gerou um interesse maior ao se perceber parte da construção do seu processo de ensino-aprendizagem. Além desse empoderamento, observou-se outra possível contribuição que foi a gama de ferramentas para construir o protótipo, pois, como foi mencionado pelos autores Raabe e Gomes (2018), na CM há uma liberdade para combinar as técnicas e os conhecimentos dos indivíduos. Por exemplo, alguns discentes utilizaram a plataforma *Youtube* para assistir vídeos com a perspectiva Maker e encontrar ideias e ferramentas para a construção do projeto.

A terceira e última provável contribuição foi a mobilização do conhecimento funcional e útil desenvolvido ao longo do projeto. Afinal, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018) não

é suficiente saber os conceitos, mas mobilizá-los em busca de soluções no contexto real dos estudantes. Partindo disso, extraiu-se o seguinte trecho do diário do bordo do estudante “N” (equipe amarela):

Estudante “N”: *“[...] conseguir aprender mais coisas, como função e utilidade, sobre alguns conceitos de Termoquímica, por exemplo, absorção de calor, sistema fechado e temperatura.”*

Analisando a percepção do estudante “N”, percebe-se que se ampliou a gama de conhecimento dele, pois, pode-se inferir que além de saber os conceitos de Termodinâmica, foi possível fazer um elo com as suas utilidades perante a determinados conceitos citados na sua fala. Afinal, de acordo com Nascimento (2019, p. 13) “para que essa relação ‘homem-mundo’ aconteça, é necessário haver interação do aluno com o mundo ao seu redor”, isto é, o estudante necessita ter uma interação com os acontecimentos do seu dia a dia, para assim, construir a ponte entre seus conhecimentos práticos e teóricos.

Em suma, concorda-se com Mannrich (2019), quando diz que parece não haver dúvidas do potencial da CM para educação, a fim de contribuir para o desenvolvimento da cidadania, engajamento e uma sociedade mais justa. Corroborando com essa ideia, Pereira e Arthur (2020, p. 3) afirmam que, “[...] pensando na educação formal, a Cultura Maker amparada pela informática, revela-se tanto como promissora na alfabetização tecnológica como na leitura de mundo e solução de impasses pessoais e coletivos”.

No mais, foi possível perceber que a utilização da CM provavelmente contribui para a acessibilidade comunicativa, a diversidade de ferramentas, a capacidade inventiva e a compreensão prática dos conceitos de Termodinâmica, ao ser atrelada a ABP. No entanto, isso não implica em dizer que a ABP não poderia gerar essas características se fosse utilizada somente essa metodologia. Mas sim, que ao utilizar a CM essas contribuições de fato se tornaram mais aparentes e importantes para a construção do entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos de Termodinâmica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do questionamento de como a ABP, abordando a temática da energia solar estruturada nos princípios da CM, pode contribuir para o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica com alunos do 3º ano do Ensino Médio? Pode-se propor e investigar os objetivos desse trabalho, a fim de levantar uma reflexão referente a relação entre o conceito e sua aplicabilidade, diante do entendimento dos conceitos básicos de Termodinâmica.

A princípio, aliado com o primeiro objetivo, que foi investigar se os estudantes conseguiram compreender os conceitos básicos de Termodinâmica, constatou-se que possivelmente a maioria dos estudantes conseguiram não somente definir os conceitos, mas mobilizá-los e significá-los de forma prática. Isso porque, demonstraram utilizar suas pesquisas e conhecimentos para repensar, discutir e modificar suas ideias e atitudes diante das demandas propostas nas etapas do projeto. Todavia, vale enfatizar que alguns estudantes persistiram em definições conceituais advindas do senso comum e assim, tiveram maiores dificuldades em vislumbrar a praticidade deles.

Já em relação ao segundo objetivo, que foi investigar as habilidades desenvolvidas pelos estudantes na aplicação do projeto de ensino, especificamente, autonomia, criatividade e cooperação. Percebeu-se que de fato, possivelmente houve o favorecimento delas, pois, os estudantes demonstraram um empoderamento nas tomadas de decisões coletivas e individuais, a busca por informações autônomas com outros professores e discussões grupais. Além disso, observou-se que as equipes trouxeram ideias diferentes e funcionais para seus protótipos. Em síntese, essas habilidades puderam ser observadas de forma mais aparente, isso não implica dizer que não houve outras, no entanto, essas são as geralmente mais evidenciadas ao aplicar-se a ABP.

No caso do terceiro objetivo específico, que foi investigar se houve contribuições que a CM, na perspectiva da ação prática dos estudantes, proporcionou ao projeto de ensino estruturado no formato da ABP, identificou-se que ao longo do projeto, foram enfatizados a capacidade inventiva, linguagem simples e diversidade de ferramentas tecnológicas para assim, desenvolver todas as etapas.

Dessa maneira, observou-se que provavelmente diante das percepções dos estudantes, dos seus protótipos, das apresentações orais e dos artefatos finais, percebeu-se que a CM contribuiu para a acessibilidade comunicativa, a diversidade de ferramentas tecnológicas e a capacidade inventiva. Isso porque, os estudantes externalizaram terem compreendido a relação teoria-prática, utilizaram sites e plataformas e colocaram suas ideias para inovar e diferenciar

seus protótipos. Diante disso, defende-se que a CM possivelmente se demonstrou-se modernizar o método de aplicação da ABP, porque, utiliza a tecnologia atual e a demanda inventiva para desenvolver conhecimento acerca da temática energia solar.

Em relação ao recurso audiovisual elaborado para compor a etapa 3 do projeto, a fim de abordar o aspecto central da CM, que seria “crie você mesmo”, com o viés pedagógico, foi considerado importante pelos estudantes, porque além de propor essa ideia central, abordou os conceitos básicos de Termodinâmica atrelando-os à construção de um tipo de protótipo de forno solar.

Em suma, pode-se aferir que o entendimento dos conceitos básicos de Termodinâmica perpassa o saber definir e que a maioria dos participantes conseguiram cruzar essa linha imaginária e avançar até a mobilização, significação e materialização dos conceitos de forma mais prática. Além disso, constatou-se que ao estruturar uma intervenção didática no formato da ABP, estimula-se o desenvolvimento de habilidades como as evidenciadas nesse trabalho. Afinal, a memorização de conceitos não basta para as demandas do cidadão do século XXI. Para tal, utilizou-se a CM como uma proposta para modernizar o formato da ABP e observou-se que isso gerou as seguintes contribuições: a acessibilidade comunicativa, a diversidade de ferramentas e a capacidade de inovar na sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. M. **Segunda Lei da Termodinâmica**: Recursos Digitais e Ensino de Química. Dissertação (Mestrado em Química para o ensino) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2003. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/14324>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- ÁLVAREZ MÉNDEZ, J. M. **Avaliar para conhecer, examinar para excluir**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- ARAÚJO, K. S. S.; MOREIRA, P. S.; HETKAWSK, T. M. Educação científica na perspectiva do projeto “a rádio da escola na escola da rádio”: diálogos com e a partir do lugar. *In*: XIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 8., Curitiba, 2017. **Anais [...]**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2017. p. 4054-4066. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24461_12522.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020.
- ANDRADE, M. C. N. Interdisciplinaridade e transversalidade da Termodinâmica. *In*: ANDRADE, M. C. N. (Org.). **Termodinâmica**: prática e sem mistérios. Guarujá, SP: Editora Científica digital, 2021, p. 12-32. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/books/978-65-89826-50-7.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: PENSO. 2014.
- BERNÁRDEZ-GÓMEZ, A.; SÁ, G. M.; SILVA, C. L. Perspectivas teóricas sobre o engajamento agêntico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 75648-75661, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17866/14468>. Acesso em: 10 out. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação**. Ensino fundamental e Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 10 de ago. de 2020.
- CARVALHO, L. M.; FREITAS, G. C.; CALLEGARIO, L. J. Aprendizagem baseada em projetos: aliando teoria e prática numa proposta interdisciplinar. *In*: V CONGRESSO REGIONAL DE FORMAÇÃO E EAD (V CONCEFOR). 5., 2018, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: IFES, 2018. p.1-10. Disponível em: <https://concefor.cefor.ifes.edu.br/wp-content/uploads/2018/08/4697-7684-1-DR.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- CIPOLLA, L. E. Aprendizagem baseada em projetos: a educação diferenciada para o século XXI. **Administração: Ensino e Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 567-585, 2016. Disponível em: <https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/440>. Acesso em: 10 set. 2020.
- COELHO, S. C.; SILVA, L. T. P.; LESSA, B. K. A. B. Contextualização no ensino de Termoquímica: um estudo dos conceitos de energia, calor, temperatura e calorias a partir do

tema “alimentos”. In: VI SEMINÁRIO NACIONAL E II SEMINÁRIO INTERNACIONAL POLÍTICAS PÚBLICAS, GESTÃO E PRÁXIS EDUCACIONAL, 6., v. 6, n. 6, 2017, Vitória da Conquista. **Anais [...]**. Vitória da Conquista: UESB, 2017. p. 3514-3531. Disponível em: <http://anais.uesb.br/index.php/semgepraxis/article/viewFile/7451/7221>. Acesso em: 9 ago. 2020

CORDEIRO, L. F.; GUÉRIOS, S. C.; PAZ, D. P. Movimento maker e a educação: a tecnologia a favor da construção do conhecimento. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**. Curitiba, PR, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiSH&page=article&op=view&path%5B%5D=735>. Acesso em: 15 ago. 2021.

CURY, A. **Maria, a maior educadora da História**: os dez princípios que Maria utilizou para educar o Menino Jesus. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, 2007. Disponível em: <https://bds.unb.br/handle/123456789/509>. Acesso em: 18 fev. 2022.

DEWEY, J. **The School and Society**. University of Chicago Press, 1 ed. Chicago, 1899.

FERREIRA, A. B. H. **Mini Aurélio Século XXI**: o minidicionário da língua portuguesa. 5 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FRANTZ, W. Educação e cooperação: práticas que se relacionam. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 3, nº 6, 2001, p. 242-264. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/soc/a/HfHsN49JQ3yPzd75kFMq6Hg/?lang=pt>. Acesso em: 9 out. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Terra e Paz, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnica de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas SA, 2008.

GOTTARDI, M. L. A autonomia na aprendizagem em educação a distância: competência a ser desenvolvida pelo aluno. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v. 14, 2015. Disponível em: <http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/268/198>. Acesso em: 10 out. 2021.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez editora, 2006.

LIMA, L. S. Lei de Hess. **Revista Ciência Elementar**, Porto, v. 3, n. 1, 2015. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/094/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

MANNRICH, J. Um Olhar sobre o Movimento Maker na Educação. Natal. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://docplayer.com.br/173798339-Um-olhar-sobre-o-movimento-maker-na-educacao-cientifica.html>. Acesso em: 5 ago. 2021.

MEDEIROS, J. *et al.* Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. In: I CONFERÊNCIA

FABLEARN BRASIL, 1., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2016, p. 1-7. Disponível em: <https://fablearn.org/conferences/brazil2016/artigos/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

MELO, A. V. **Projeto, construção e análise de desempenho de um forno solar alternativo tipo caixa a baixo custo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15560>. Acesso em: 10 out. 2021.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 30-34, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

NASCIMENTO, L. N. B. **Uma abordagem sobre energia solar por meio da aprendizagem baseada em projetos**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Campus Manaus Centro, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/IFAM-1_16c177db86d981c92046bdaa166b1b15. Acesso em: 13 jan. 2021.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 551-577, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PEREIRA, A. P.; ARTHUR, T. Cultura Maker e ensino de ciências: um mapeamento sistemático. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS/ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2020, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: SEAD-UFSCAR, 2020, p. 1-7. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1096>. Acesso em: 28 set. 2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação. **Conteúdos de química por bimestre para o ensino médio com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco**. Recife: SEE-PE. 2013. Disponível em: http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/7801/Conteudos_de_Quimica_EM.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

PUBLISI, M. L.; FRANCO, B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Editora Lider, 2005.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ROCHA, J. A. L. **Termodinâmica da fratura**: uma nova abordagem do problema da fratura nos sólidos. Salvador: EDUFBA, 2010. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/c49zf/pdf/rocha-9788523212353.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2022.

RODRIGUES, E. **Guia de Metodologias Ativas**: com o Google for Education. 1. ed. Recife: Hub Educat UFPE, 2020. Disponível em: <https://sites.ufpe.br/educat/2020/05/19/ernandes-rodrigues-faz-parceria-com-hubeducat/>. Acesso em: 6 out. 2020.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/GTMDyf7cZn3k4VccPxV8w7R/?lang=pt>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SANTOS FILHO, J. As leis da Termodinâmica: contexto histórico, definição e aplicação. In: ANDRADE, M. C. N. (org.). **Termodinâmica**: prática e sem mistérios. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2021, p. 33-41. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210303684.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2022.

SILVA, M. N. **O conhecimento na perspectiva da energia solar**. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (5 min 52 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Apr5Go1XIXs>. Acesso em: 31 jul. 2021.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma Proposta para o Perfil Conceitual de Energia em Contextos do Ensino da Física e da Química**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: http://www.ppgec.ufrpe.br/sites/www.ppgec.ufrpe.br/files/documentos/uma_proposta_para_o_perfil_conceitual_de_energia_em_contextos_do_ensino_da_fisica_e_da_quimica.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, n. 23, p. 27-31, 2006. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/15817>. Acesso em: 27 abr. 2022.

SOUSA JÚNIOR, I. R. **Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a partir da análise de artigos da Química Nova na Escola**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Central, Universidade Estadual de Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.btdt.ueg.br/handle/tede/714>. Acesso em: 15 ago. 2021.

THOMAS, J. W. **A review of research on project-based learning**. San Rafael: The Autodesk Foundation, 2000. Disponível em: https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf. Acesso em: 7 ago. 2021.

TOYOHARA, D. Q. K. *et al.* Aprendizagem Baseada em Projetos – uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos. In: PBL CONGRESSO INTERNACIONAL, 2010, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010, p. 1-11. Disponível em: <http://each.uspnet.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0174-1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

VALQUARESMA, A.; COIMBRA, J. L. Criatividade e educação: a educação artística como o caminho do futuro? **Educação, Sociedade & Culturas**, Porto, n. 40, p. 131-146, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/72767/2/87423.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

APÊNDICE A – PROJETO DE ENSINO

Temática: Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar.

Questão motriz: Desenvolver um protótipo de forno solar mais eficiente e com materiais de baixo custo.

Público-alvo: Estudantes do 3º Ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Município de Bezerros-PE.

Objetivos do projeto de ensino: 1) Possibilitar aos alunos o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre a importância e a utilidade das energias renováveis, especificamente a solar, para a geração de energia potencialmente limpa; 2) Permitir aos mesmos a capacidade desenvolver o projeto que possibilite a revisão acerca dos conceitos básicos da termodinâmica e energia solar, proporcionando o desenvolvimento de habilidades para construção do processo de ensino-aprendizagem.

Descrição do projeto: A turma será dividida em quatro grupos, no qual cada grupo terá que desenvolver um protótipo de um forno solar com materiais de baixo custo (utilizando criatividade e inovação) e explicar os conceitos básicos da Termodinâmica. Serão formados quatro grupos na plataforma *WhatsApp* para facilitar a comunicação entre estudante-estudante e estudante-residente.

Critérios de avaliação: Será proposta uma avaliação contínua e progressiva, por meio dos seguintes critérios: preenchimento do diário de bordo, entrega do pré-projeto, produção do protótipo, artefato final (será combinado na aula) e a participação das discussões (diferencial).

ETAPAS DO PROJETO:

ETAPA 1 (Presencial) - Os estudantes receberão os diários de bordo e deverão escrever e responder duas perguntas norteadoras neles (1. O que estuda a termoquímica? 2. O que seria o calor na sua visão?). Além disso, será apresentado o projeto e o porquê da temática. E por fim, receberão a missão de definir a data e a forma de divulgar seu artefato final (trabalho escrito);

ETAPA 2 (Momento assíncrono) - Os estudantes irão pesquisar, discutir nos grupos de *WhatsApp* e anotar no diário de bordo e/ou no template disponibilizado pela docente, todas as suas pesquisas acerca dos conteúdos básicos de Termodinâmica que serão mobilizados para construção do protótipo de forno solar mais eficiente e com materiais alternativos e/ou baixo custo;

ETAPA 3 (Momento assíncrono) - Assistirão e discutirão entre os membros da equipe acerca do vídeo, “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”. (link do vídeo no *WhatsApp* - <https://www.youtube.com/watch?v=Apr5Go1XlXs>);

ETAPA 4 (Momento assíncrono) – Enviarão o artefato final contendo anotações e/ou pesquisas para serem analisadas. Em seguida, serão enviados os feedbacks as equipes pelo grupo do *WhatsApp* referente ao desenvolvimento do projeto;

ETAPA 5 (Momento assíncrono e síncrono) - Assistirão o vídeo com o especialista da área relacionada à energia solar. Posteriormente, discutirão acerca do conteúdo do vídeo, por meio das plataformas *whatsApp* e *Google*;
(https://drive.google.com/file/d/1FU_LRPymOYmiEO8y1diN7LfoWCipjqvr/view?usp=drive_sdk).

ETAPA 6 (Presencial) - Realizarão as seguintes demandas: executarão o experimento do funcionamento dos protótipos das equipes; apresentarão e entregarão o artefato final; escreverão e responderão quatro questões no diário de bordo (1. Você conseguiu aprender a fazer o forno solar com o vídeo que foi disponibilizado? Explique! 2. Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre termoquímica ao realizar este projeto? Explique! 3. Quais os pontos positivos e negativos da utilização do forno solar para cozinhar alimentos? 4. Você gostou de desenvolver este projeto? Explique!); Por fim refletirão sobre todo o desenvolvimento do projeto.

APÊNDICE B – MODELO DE TRABALHO ESCRITO DISPONIBILIZADO PARA OS ESTUDANTES

TÍTULO DO PROJETO: ENERGIZANDO O CONHECIMENTO NA PERSPECTIVA DA ENERGIA SOLAR

Nome do grupo de produção:

Data da entrega:

Disciplina: Química

Série: 3º “C”

Instruções: utilize sites, livros, revistas, etc, confiáveis cientificamente, coloque o link ou nome do livro, revista, etc, que utilizou e cada tópico precisará ser respondido e discutido pelo grupo de forma escrita.

Sugestão: coloque fotos da produção e do forno solar.

1. PERGUNTAS NORTEADORAS

- 1.1.O que é energia solar?
- 1.2.Exemplifique e explique os seguintes conceitos: calor, temperatura, sistema, vizinhança, variação de entalpia e processo endotérmico e exotérmico, relacionando sempre com o forno solar construído pelo grupo.
- 1.3.Quais os pontos positivos e negativos do cozimento de alimentos em um forno solar?
- 1.4.Materiais utilizados para produzir o protótipo de forno solar?
- 1.5.Quais foram as ideias para melhorar o funcionamento/custo do seu protótipo?

2. REFERÊNCIAS UTILIZADAS

FOGÃO solar: o que é, como funciona e benefícios. [S. l.: s. n.], [201-]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/fogao-solar/>. Acesso em: 28 jul. 2021.

LISBOA, J. C. F *et al.* **Ser Protagonista Química:** 2º Ano, Ensino Médio. 3. ed. São Paulo: Editora SM, 2016.

APÊNDICE C – ROTEIRO DO VÍDEO

Já parou para pensar o quanto a energia é importante para sustentar toda a vida no planeta? E como ela passa pelos processos de liberação, absorção, transferência e transformação? (colocar os exemplos no vídeo) Acho que não, né? Então, hoje vamos entender um pouco sobre sua importância e como seus processos funcionam no forno solar.

Materiais utilizados:

1. Uma caixa de pizza (Tamanho: grande);
2. Lápis ou caneta;
3. Régua;
4. Cola branca;
5. Papel alumínio;
6. Fita isolante preta;
7. Espeto de madeira ou lápis;
8. Estilete e tesoura;
9. Bolsa de plástico preta;
10. Papel filme ou embalagem laminada (Ex.: salgadinho);
11. Pano de prato.

Depois de conhecer os materiais que utilizamos, vamos para a prática! Iremos primeiro deixar a caixa limpa, em seguida, desenhar um quadrado com dimensões (3x3 cm) com a ajuda do lápis e régua. Agora vamos pegar o estilete e recortar três lados do quadrado, deixando o lado perto da dobradiça da caixa sem cortar. Depois, dobramos para trás este quadrado e vamos passar cola branca em toda a parte interior da caixa menor, para assim cobrir com pedaços de papel alumínio, até revestir totalmente a caixa e o pedaço quadrado que cortamos. Vamos passar um pano seco, levemente, para deixar o mais liso possível este revestimento. Ao finalizar isso, vamos recortar um quadrado com as mesmas dimensões na bolsa de plástico preta, para em seguida colarmos no interior da caixa pequena. Depois, vamos cortar pedaços de papel filme e cobrir a abertura quadrada que fizemos e para não soltar colocamos a fita isolante nas extremidades do papel. E por fim, pegamos o espeto e fixamos com a fita isolante, para apoiar

a tampa quadrada em um ângulo aproximadamente de 90°. Uffa, o forno solar está pronto. Mas como ele funciona?

Simples, o forno utiliza a radiação solar, que são ondas eletromagnéticas, para aumentar a temperatura interna da caixa e assim, fazer o cozimento do alimento que está no seu interior. Isso só é possível, devido a alguns elementos específicos como: o pedaço de papelão quadrado revestido com papel alumínio que reflete os raios solares diretamente para o interior da caixa, a caixa ser um sistema fechado, ou seja, permite que haja troca de calor entre o sistema (caixa) e a vizinhança (tudo ao seu redor) não havendo troca de matéria e o papel de cor preta que absorve a energia calorífica, elevando a temperatura daquele sistema. Como a temperatura é uma medida da agitação térmica das partículas, podemos dizer que o alimento cozinha, porque o calor é transferido do interior da caixa para o alimento, gerando uma agitação nas suas partículas.

Neste caso, o sistema é fechado, mas se fosse aberto teríamos uma pressão constante, ou seja, a pressão atmosférica que em condições normais de pressão e temperatura é igual a 1 atm e a reação, poderia ter uma variação de entalpia, que é a medida com que uma reação química libera ou absorve energia. Quando há uma absorção de calor e diminuição da temperatura da vizinhança, dizemos que a reação sofreu um processo endotérmico, tendo valor número positivo, já se houver a liberação de calor e consequentemente o aumento da temperatura da vizinhança, dizemos que o processo é exotérmico, tendo valor número negativo.

Diante de tudo que foi abordado, podemos dizer que a utilização da energia solar de forma direta proporciona benefícios tanto para a sociedade quanto para a natureza, porque a mesma é considerada uma fonte renovável e limpa de produção de energia, além disso, o forno solar é uma alternativa viável para a população mais carente, tendo em vista o crescente aumento dos preços das demais fontes, como gás de cozinha e energia elétrica.

Referências bibliográficas

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2012.

MELO, A. V. **Projeto, construção e análise de desempenho de um forno solar alternativo tipo caixa a baixo custo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/15560>. Acesso em: 10 out. 2021.

OLIVEIRA, E. M.; PALHETA, G. S.; SEABRA, L. B. O Ensino de Ciências e Energias Renováveis: proposta metodológica do forno solar. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 99-107, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21449>. Acesso em: 2 jul. 2021.

ROWLAND, T. **Construir um forno solar para caixa de pizza**. [S. l.: s. n.], [2020]. Disponível em: <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/solar-oven#summary>. Acesso em: 1 jul. 2021.

APÊNDICE D – RECURSO AUDIOVISUAL



Resumo: Este vídeo foi produzido utilizando as plataformas de edição *Shotcut* e *Canva*, sendo parte da construção de um material didático para a elaboração de uma pesquisa de TCC. Nele discutiremos os conceitos básicos da termodinâmica, atrelado a construção do protótipo de um forno solar, usando materiais de baixo custo.

SILVA, M. N. **O conhecimento na perspectiva da energia solar**. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (5 min 52 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Apr5Go1XlXs>. Acesso em 31 jul. 2021.

**ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(DESTINADOS AOS PARTICIPANTES MAIORES DE 18 ANOS)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE – NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MAIOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para participar, como voluntário(a), da pesquisa “Como uma aprendizagem baseada em projeto (ABP), abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da cultura Maker, pode contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos básicos da termodinâmica?”. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Maria Natália da Silva, Telefone para contato: (081) 99130-8982, e-mail: natalia.silva2@ufpe.br, Rua Efigênio José Brainer, número 53, Bairro: Santo Antônio, Bezerros-PE. Também participa desta pesquisa o pesquisador/orientador Ayron Lira dos Anjos (081997955967), e-mail: ayronanjos@gmail.com.

Você será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concordar em participar, poderá confirmar, através da resposta deste questionário. Vale salientar que a participação é opcional e voluntária, caso o convite seja aceito, você poderá a qualquer momento desistir sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: Está pesquisa está sendo proposta para a conclusão do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste. E seu objetivo é: Compreender como o desenvolvimento de um projeto de ensino, ancorado na perspectiva da cultura Maker, pode favorecer a aprendizagem significativa de conceitos da termodinâmica, atrelado a problemática da utilização da energia solar no cotidiano de alunos do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola Estadual do município de Bezerros-PE.

PARTICIPAÇÃO: Serão desenvolvidos dois encontros presenciais em sala de aula e as demais atividades poderão ser realizadas no ambiente domiciliar do estudante. Basicamente, os participantes terão um diário de bordo para registrar suas anotações sobre o desenvolvimento do forno solar, participaram de dois grupos na plataforma WhatsApp (Grupo de especialistas – Grupo de produção), entregarão um pré-projeto digitado ou manuscrito, produzirão um forno solar com materiais de baixo custo e apresentarão no último encontro presencial o projeto completo.

RISCOS: Considera-se que poderá causar cansaço mental e físico em virtude do tempo curto para as atribuições que os estudantes irão desenvolver. Entretanto, isso pode ser superado pelo interesse e motivação acerca da temática, energia solar.

BENEFÍCIOS: Considera-se que poderá proporcionar um estudante mais consciente, reflexivo, autônomo e crítico acerca da importância e da utilização da energia solar como fonte

renovável. Além disso, poderá contribuir para um sujeito mais cooperativo e proativo. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa no formato de trabalho escrito, observações e diário de bordo ficarão guardados, sob a responsabilidade da Maria Natália da Silva, no endereço Rua Efigênio José Brainer, número 53, bairro Santo Antônio, Bezerros-PE, CEP 55660-000, pelo período de 1 anos após o término da pesquisa. Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o(a) senhor(a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br.

Assinatura do pesquisador(a)

CONSENTIMENTO DO/A VOLUNTÁRIO/A

Eu, _____, CPF _____, autorizo minha participação no estudo “Como uma aprendizagem baseada em projeto (ABP), abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da cultura Maker, pode contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos básicos da termodinâmica?”, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do(a) voluntário(a): _____

**ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(DESTINADOS AOS PARTICIPANTES MENORES DE 18 ANOS)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE – NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Como uma aprendizagem baseada em projeto (ABP), abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da cultura Maker, pode contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos básicos da termodinâmica?”. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Maria Natália da Silva, Telefone para contato: (081) 99130-8982, e-mail: natalia.silva2@ufpe.br, Rua Efigênio José Brainer, número 53, Bairro: Santo Antônio, Bezerros-PE. Também participa desta pesquisa o pesquisador/orientador Ayrton Lira dos Anjos (081997955967), e-mail: ayronanjos@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que assine ao final deste documento, que está em duas vias (uma ficará com você e a outra com a pesquisadora responsável). Vale salientar que a participação é opcional e voluntária, caso o convite seja aceito, seu filho, a qualquer momento pode desistir sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: Está pesquisa está sendo proposta para a conclusão do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste. E seu objetivo é: Compreender como o desenvolvimento de um projeto de ensino, ancorado na perspectiva da cultura Maker, pode favorecer a aprendizagem significativa de conceitos da termodinâmica, atrelado a problemática da utilização da energia solar no cotidiano de alunos do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola Estadual do município de Bezerros-PE.

PARTICIPAÇÃO: Serão desenvolvidos dois encontros presenciais em sala de aula e as demais atividades poderão ser realizadas no ambiente domiciliar do estudante. Basicamente, os participantes terão um diário de bordo para registrar suas anotações sobre o desenvolvimento do forno solar, participaram de dois grupos na plataforma WhatsApp (Grupo de especialistas – Grupo de produção), entregarão um pré-projeto digitado ou manuscrito, produzirão um forno solar com materiais de baixo custo e apresentarão no último encontro presencial o projeto completo.

RISCOS: Considera-se que poderá causar cansaço mental e físico em virtude do tempo curto para as atribuições que os estudantes irão desenvolver. Entretanto, isso pode ser superado pelo interesse e motivação acerca da temática, energia solar.

BENEFÍCIOS: Considera-se que poderá proporcionar um estudante mais consciente, reflexivo, autônomo e crítico acerca da importância e da utilização da energia solar como fonte renovável. Além disso, poderá contribuir para um sujeito mais cooperativo e proativo.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa no formato de trabalho escrito, observações e diário de bordo ficarão guardados, sob a responsabilidade da Maria Natália da Silva, no endereço Rua Efigênio José Brainer, número 53, bairro Santo Antônio, Bezerros-PE, CEP 55660-000, pelo período de 1 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo “Como uma aprendizagem baseada em projeto (ABP), abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da cultura Maker, pode contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos básicos da termodinâmica?”, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele(a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o(a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____